ISTITUTO CHIMICO - AGRARIO SPERIMENTALE
DI GORIZIA

NUOVI ANNALI

VOL. II.

GORIZIA 1951 — TIPOGRAFIA GIOVANNI PATERNOLLI (CASA FONDATA NEL 1812)

ALVISE COMEL

PRELIMINARI PER UNO STUDIO CHIMICO-IDROLOGICO SULLE ACQUE DEL GORIZIANO

(estratto dal Vol. II dei "Nuovi Annali" dell'Ist. Chimico-Agr. Sper. di Gorizia)

STAMPATO NELLA TIPOGRAFIA GIOVANNI PATERNOLLI — GORIZIA 1951

PREMESSA

Mi pare superfluo dimostrare quanta importanza abbia per la scienza pura e per quella applicata la precisa conoscenza delle caratteristiche idrologiche di una regione.

Lo studio delle sorgenti, dei corsi d' acqua superficiali e delle falde freatiche che imbevono il sottosuolo costituisce un patrimonio scientifico di primo ordine che può avere le più impensate applicazioni sia nel campo di un più immediato sfruttamento, quale ad es. il rifornimento idrico dei centri abitati e l' irrigazione dei terreni riarsi dalle siccità estive, sia a fini più occasionali, come potrebbero essere quelli industriali e terapeutici.

L' irrigazione dell'Agro cormonese - gradiscano, che oggi è il maggiore problema agricolo della Provincia di Gorizia entrato in fase di realizzazione, non mancherà certamente di chiamare su di sè l' attenzione degli studiosi e tosto si capirà quanto potrebbe essere importante uno studio sulle acque di irrigazione e sugli effetti dell' irrigazione stessa.

In vista di ciò ed in attesa che l' Istituto sia messo in grado di affrontare più direttamente il problema, mi sono preoccupato di riunire gli elementi utili che potrebbero servire a tali ricerche ed in modo particolare ho voluto passare in rassegna tutte le notizie di analisi di acque compiute in passato dall' Istituto chimico - agrario sperimentale di Gorizia.

Dato che pressochè nulla è stato pubblicato in proposito ho sfogliato attentamente i vecchi registri di analisi che ancora si trovano nell' archivio dell' Istituto nella speranza di trovare in essi notizie che avessero potuto venire utilizzate.

In effetti durante un' attività quasi secolare, acque di tutta la regione furono analizzate con encomiabile precisione ; ma lo

scopo della ricerca si esauriva negli obiettivi più immediati dell' analisi che nella grandissima maggioranza dei casi mirava ad assodare solamente la potabilità dell' acqua.

Si trattava cioè di analisi richieste dal pubblico che esaurivano il loro compito con la comunicazione all' interessato del responso atteso.

Esse non costituivano pertanto oggetto di più specifiche ricerche inquadrate in un piano organico di più elevate speculazioni scientifiche. Un grandissimo numero di queste analisi non ha pertanto potuto venire utilizzato ai nostri scopi per i motivi che possono venir così riassunti :

1. - Insufficienza di informazioni atte ad identificare la precisa località di prelievo dell' acqua.

Molto spesso, infatti, nei registri, il riferimento dell' analisi viene fatto solo in base ad un numero progressivo di accettazione del campione, oppure nominando solo l' ente o la persona che aveva inviato l' acqua ad analizzare e lo scopo richiesto (a cui si risponde).

2. - Insufficienza di notizie geologiche atte ad identificare la natura della sorgente.

Quasi nulla si sa, di solito, sul tipo di sorgente e sui complessi sedimentari da cui sgorga l' acqua o che essa attraversa.

Questa grave lacuna, che non possiamo colmare, rende inutilizzabile per i nostri scopi tutta l' analisi che starebbe a nostra disposizione.

Lo stesso dicasi per quanto si riferisce al comma successivo.

3. - Insufficienza di notizie sulla profondità della falda freatica da cui proviene il campione prelevato in pianura in corrispondenza di pozzi comuni od artesani.

4. - Insufficienza di notizie sulle caratteristiche stesse della falda acquifera sollevata con pompe dal sottosuolo.

Salvo certi pochi casi nei quali si specifica chiaramente, per esempio, la provenienza dell' acqua da cisterne, nulla di più preciso ci è dato di sapere circa l' origine di altre acque prelevate nei centri abitati in corrispondenza di cosi detti pozzi *o*

fontane; *il che ci lascia dubbiosi sulla natura dell'acqua analizzata, nel senso cioè che non sappiamo con sicurezza se essa sia stata attinta da vere falde freatiche naturali oppure in cisterne non precisate o in falde di origine mista.*

5. - Insufficienza di dati analitici.

Come si è detto lo scopo più diffuso dell'analisi era quello di accertare la potabilità dell' acqua inviata. I dati che corredano l' analisi contemplano pertanto per lo più solo il residuo fisso, l' ammoniaca, i nitriti, i nitrati, i cloruri e la durezza. Non riportano quindi le percentuali più specifiche dei carbonati di calcio e di magnesio tanto interessanti ai nostri scopi.

Da quanto esposto appare dunque evidente come solamente una piccola parte di queste analisi eseguite dall' Istituto ha potuto venire utilizzata.

Compiuto questo lavoro laborioso di cernita, si doveva dar nuova vita a questi documenti dimenticati ormai nella polvere dell' archivio ordinandoli ed inquadrandoli in un nesso logico atto a far luce su determinati problemi.

Si trattava cioè di valorizzare dati che avevano ormai esaurito già il loro compito in altri scopi e di costruire con essi un nuovo lavoro atto ad aprire la via ad un complesso di altre ricerche che si potranno sviluppare secondo sistematici piani di ricerca.

1. - Caratteristiche chimiche delle acque dell' Isonzo.

1. - La prima analisi dell' acqua dell' Isonzo.

Ritengo che la prima analisi dell'acqua dell'Isonzo sia quella eseguita nel luglio 1870 dal dott. FRANCESCO KÖNIG allora professore di chimica alla Scuola agraria provinciale di Gorizia.

Da una lettera scritta, con l'ampollosità caratteristica di quei tempi, dal dott. CARLO OHLSEN, direttore di detta Scuola agraria, al podestà di Gorizia, lettera pubblicata negli *Atti e Memorie della Società agraria di Gorizia* (N° 14 del 25 luglio 1870), si apprende che lo scopo di detta analisi era di «fare conoscere colla massima certezza scientifica la natura di quell'acqua, precisandone le principali sostanze che contiene in soluzione»; cosa, si diceva, «utilissima a sapere prima d'impiegare quel fiume per fornire l'acqua alla Città di Gorizia».

In quei tempi si era infatti in pieno fervore di discussioni e di proposte per provvedere Gorizia di un nuovo acquedotto per soddisfare alle esigenze di una popolazione sempre in continuo aumento [1]).

---

[1]) Da uno studio dell'ingegnere POMPEO BRESADOLA *(Il provvedimento dell' acqua potabile a Gorizia - Gorizia 1902)* si apprende come ancora all'inizio del XX secolo il problema dell'acqua potabile per Gorizia rappresentava il maggior problema tecnico-finanziario della città e mentre ancora sempre si segnalava l'estremo bisogno di un maggior numero di fontane pubbliche e di concessioni d'acqua ai privati, dato il continuo aumento della popolazione, ci si rammaricava che «da cinquant'anni si studia la questione in tutti i lati, ma finora non si seppe fare un passo avanti nella sua soluzione». (Op. cit. pag. 3).

La città era allora (cioè all'inizio del 1900) rifornita d'acqua da due principali derivazioni: dalle sorgenti di Moncorona (Cromberg o Cronberg) e dalle acque di travenazione situate a Straccis (Strazig o Strasig) in prossimità dell'Isonzo.

L'acquedotto di Moncorona attingeva alle sorgenti che sgorgano sui declivi del Monte S. Gabriele a circa 300 m d'altitudine. Le più importanti erano 4 col nome di Ierebizza, Pereunich superiore, inferiore e basso. La loro portata complessiva oscillava da un minimo di circa 4 ad un massimo di 24 litri al secondo, dando cioè un quantitativo di circa 400-2000 metri cubi giornalieri.

Queste sorgenti furono allacciate già nel secolo XVIII; l'acquedotto originariamente costruito in legno, fu poi sostituito con tubi di piombo e nel 1848-1851 con tubi di ghisa di 100 mm di diametro.

La temperatura dell'acqua oscillava fra 12-13° C.

L'acquedotto alimentava le seguenti strade: Via Carducci (Via Signori), Via Seminario, Via Mameli (Via Scuole), Via Oberdan (Via Caserma), Via Morelli, Via Rastello, Piazza S. Antonio, Via Monache, Via Rabatta, Via Baiamonti (Via Vogel), Via Parcar, il Palazzo Municipale, parte di Via Garibaldi (Via Teatro), Corso Verdi, (Via Giardino), Via 9 Agosto (Via Usina) e Via S. Chiara.

L'acquedotto di Straccis, alimentato dalla così detta «Acqua della Boschetta» sulla quale ci fermeremo in seguito , riforniva invece l'altro settore cittadino ed in

(La nota continua a pagina seguente)

Si faceva altresì sapere che il campione d'acqua era stato prelevato «130 Klafter circa al di sotto del ponte vecchio, ed in un momento in cui l'Isonzo era normalmente chiaro».

Ecco qui il bollettino d'analisi riportato nel testo originale:

«1 Litro (1000 Grammi) dell'acqua chiara dell'Isonzo lascia dopo l'evaporazione un piccolo residuo bianco di 0,1105 Grammi.

Secondo l'analisi chimica, questo residuo contiene:

	Grammi
Sostanza organica combustibile	0,0060
Calce pura (CaO)	0,0457
Magnesia (MgO)	0,0107
Alcali (KO o NaO)	0,0019
Cloro (CL)	0,0011
Acido solforico (SO_3)	0,0015
Acido silicico (SiO_2)	0,0011

Il resto è acido carbonico (CO_2) che è combinato in parte colla calce, in parte colla magnesia. La quantità di questo acido carbonico è di 0,0428 Gram.

Dunque in 1 milione di parti dell'acqua dell'Isonzo (cioè in 1000 Litri) sono contenuti in soluzione:

	Grammi
Materia organica	6,0
Calce	45,7
Magnesia	10,7
Alcali	1,9
Acido solforico	1,5
Acido silicico	1,1
Cloro	1,1
Acido carbonico, combinato colla calce e la magnesia	42,8

La somma di tutte le sostanze solide, che restano dopo la evaporazione di 1000 Litri d'acqua quindi è . . . . . 110.5 Grammi».

(seguito nota pagina precedente)

modo particolare il Corso Italia (già Francesco Giuseppe, Vittorio Emanuele, ecc.), Via 24 maggio (Via Tre Re), Via Cappuccini, Via S. Pietro, Via Straccis (Via Strazig), Via Montecucco, Via Casale (Via Luigia), Via dei Leoni, Via Cipressi, Via Duca d'Aosta (Via Trieste), Via XX settembre (Via Ponte Nuovo), Via Angiolina, Via Pitteri (Via Czoernig), Via Torrione, Via A. Diaz (Via Alvarez), Via Cadorna (Via Bagni), Via S. Rocco, Via Lunga, Via Barzellini e parte di Via 9 Agosto (Via Usina), Via Garibaldi (Via Teatro), Corso Verdi e Via S. Chiara.

L'acquedotto di Moncorona fu ricostruito ed ampliato nel 1906-1907; in questa conduttura fu immessa anche l'acqua derivante da due pozzi scavati sulla sponda sinistra dell'Isonzo, uno nel 1908, a monte del ponte ferroviario della linea Gorizia-Udine e l'altro nel 1921, nella boschetta di Straccis. (Cfr. PIRAS e collab. - *Il nuovo acquedotto di Gorizia).*

Coll'ampliamento dell'Istituto sperimentale di Bachicoltura ed Enologia di Gorizia, ossia colla sua trasformazione in Istituto sperimentale chimico-agrario, avvenuta nel 1890, le acque dell'Isonzo furono ripetutamente analizzate specialmente su richiesta di Enti cittadini; ma senza mai costituire oggetto di uno studio organico; uno studio cioè rivolto ad indagare sistematicamente la composizione chimica delle acque dell'Isonzo onde rivelarne le caratteristiche medie, come pure quelle che si connettono alle periodiche variazioni stagionali o alla diversa portata del fiume; deduzioni basate su osservazioni estese a serie di campioni prelevati simultaneamente nei vari punti del percorso fluviale e della rete idrografica; presupposti evidentemente indispensabili per dare una base ragionata a qualsiasi deduzione che ne potrebbe seguire.

Per questo stesso motivo le conclusioni che verranno prospettate nel corso del presente lavoro avranno pur sempre un certo carattere di provvisorietà essendo basate solo sui dati che si sono potuti avere a nostra disposizione e che attendono di essere riconfermati da una più vasta, sistematica ed appropriata ricerca.

Non ci si nasconde tuttavia la difficoltà di poter raggiungere tanto presto la mèta desiderata poichè il nuovo confine politico separa oggi il corso superiore e medio dell'Isonzo da quello inferiore e rende praticamente inaccessibili molte località a cui ci si riferisce nel presente studio.

Si comprende facilmente però come per questo stesso motivo molte notizie che andremo esponendo acquistino per noi, oggi, particolare valore ed interesse.

2. - Le acque della sorgente.

L'Isonzo scaturisce a circa 900 m. s. m., fra il Tricorno ed il Mangart, nei pressi del passo Moistrocca.

Nel 1904 le acque della sorgente formarono oggetto di studio da parte del dott. A. BENESCHOVSKY dell'Istituto sperimentale chimico-agrario di Gorizia.

Il campione fu prelevato alle ore 18 del 30 settembre 1904, dopo quattro giorni di pioggia seguite ad un lungo periodo di siccità che aveva abbassato di molto il livello generale delle falde freatiche.

La temperatura dell'acqua era di 4° C e si diceva fosse costante tutto l'anno.

Dato che sulla montagna immediatamente sovrastante alla sorgente non esistevano allora per largo raggio campi di neve e che del resto il periodo della loro fusione era ormai da lungo tempo trascorso, si supponeva che il bacino di raccolta delle acque sorgentizie fosse situato molto in alto nel complesso montuoso del Tricorno.

Integrando i risultati analitici esposti nel n. 5776 del registro d'analisi (di allora), con quelli riportati dal BOLLE a pag. 17 del resoconto sull'attività dell'Istituto chimico-agrario sperimentale di Gorizia nell'anno 1905 [1]) si ottengono i dati riportati nella prima colonna tabella 1.

Essi, in quei tempi, erano ritenuti molto significativi perchè dimostravano come le formazioni calcaree delle nostre montagne non cedevano che piccole quantità di carbonati di calcio e di magnesio e che le sorgenti di natura più o meno carsica, erano in grado di fornire, contrariamente a quanto si poteva temere, un'eccellente acqua potabile [2]).

Per non distogliere troppo la mente del lettore esporremo in capitolo a parte i raffronti fra l'acqua della sorgente dell'Isonzo e le altre di origine più o meno spiccatamente carsica della regione. Per ora gli facciamo solamente rilevare la grande differenza che intercorre fra la sua purezza e il forte aumento in durezza che andrà acquistando in seguito l'acqua del suo corso fluviale. Dove avvenga più sentitamente tale mutamento o ad opera di quali affluenti non ci è dato ancora di poter stabilire.

3. - Le acque del corso fluviale.

L'anno 1899 è stato particolarmente proficuo per queste indagini. Risalgono infatti ad allora le uniche analisi un po' dettagliate che si hanno sulla composizione chimica delle acque dell'Isonzo prelevate in vari punti del suo percorso.

Si hanno così notizie di campioni tolti a monte di Salcano prima delle sorgenti di Fontefredda (Merzlek); a Gorizia (in località Straccis), a Gradisca, a Villesse e a Pieris.

---

[1]) *Zeitschrift für das landw. Versuchswesen in Oesterreich* - 1906.

[2]) Ricordiamo che anche sotto il rispetto batteriologico vi erano allora molte prevenzioni circa la potabilità delle acque provenienti da regioni calcaree. Basti ricordare che al Congresso di Bruxelles del 1903 perfino il prof. M. MARTEL proponeva addiritura di rinunciare alla utilizzazione delle acque delle regioni calcaree sostenendo che «Le calcaire n'est pas un filtre, ni même une éponge, c'est un *crible*». Di conseguenza non si avevano garanzie di una perfetta filtrazione e facili potevano essere dunque pure gli inquinamenti. (Cfr. TIMEUS G. - *Studi in relazione al provvedimento d'acqua per la città di Trieste.* Trieste 1910, pag. 68).

TAB. I

Caratteristiche chimiche delle acque dell' Isonzo.

Località	Sorgente dell' Isonzo in Val Trenta	A Salcano prima delle sorgenti di Fontefredda	A Gorizia presso Straccis		A Gradisca	A Villesse	A Pieris
Data	30-9-1904	1899	1899	1903	1899	1899	1899
Durezza totale (in gradi tedeschi)	4.1	7.38	7.28	7.42	7.53	7.81	7.95
Su 100.000 parti di acqua: (grammi per ettolitro)							
Sostanza organica	1.10	0.71	0.65	0.78	3.22	8.95	8.26
Residuo fisso a 100° C	8.55	14.80	14.70	15.20	15.45	16.25	15.92
Ossido di calcio	3.73	5.28	5.33	5.42	5.96	6.02	6.10
Ossido di magnesio	0.50	1.50	1.39	1.43	1.12	1.28	1.32
Ossidi di ferro e di alluminio	—	—	—	—	—	—	—
Anidride silicica	—	—	—	—	—	—	—
Anidride solforica	ass.	ass.	tr.	tr.	tr.	ass.	ass.
Ammoniaca	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
Nitriti	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	tr.	tr.
Nitrati	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
Cloro	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	ass.	tr.

NB — ass. = assenza o quantità minime praticamente non dosabili.
tr. = tracce.

I risultati di queste analisi sono esposti nella tabella I e da essi si possono trarre le eguenti deduzioni:

1. Si riconferma quanto precedentemente si è detto che le acque del fiume differiscono notevolmente da quelle della sua sorgente.

2. Si può ritenere che le acque a valle della confluenza dell'Idria abbiano già assunto una fisionomia caratteristica che può venir espressa dai seguenti valori medi riferiti a 1000 parti di acqua, ossia a grammi per litro.

	minimo	massimo	medio
Residuo fisso a 100°C	0.148	0.160	0.154
Ossido di calcio	0.052	0.061	0.057
Ossido di magnesio	0.012	0.015	0.013
Anidride solforica e cloro	tracce	tracce	tracce
Ammoniaca, nitriti e nitrati . .	assenza	assenza	assenza
Durezza (in gradi tedeschi). . . .	7.28	7.95	7.60

3. Durante il percorso nella pianura le acque vanno aumentando, se pur lievemente, il loro grado di durezza per una maggior quantità di carbonati alcalino-terrosi solubilizzati e quindi tenuti in soluzione.

4. Pure il contenuto in sostanza organica, a valle di Gorizia, segna un progressivo aumento. Tale fatto si è voluto mettere in relazione con acque di rifiuto immesse nel fiume; pur non volendo escludere tale possibilità ritengo però più probabile che esso sia dovuto in gran parte ad un aumento naturale delle sostanze organiche per le maggiori possibilità di sviluppo offerte alla microflora organica da acque più tranquille, come appunto lo vanno vieppiù divenendo quelle dell'Isonzo via via che si avvicinano alla foce.

5. Il rapporto fra i carbonati di magnesio e quelli di calcio tenuti in soluzione dalle acque, e che si è visto oscillare su 1:4-5, è relativamente largo qualora lo si confronti con quello che sussiste nelle acque di altri fiumi friulani.

6. Il considerevole aumento in carbonato di magnesio che le acque palesano a monte di Salcano, in confronto con quelle scaturite alla sorgente dell'Isonzo è dovuto con molta probabilità ai contributi dell'Idria nel cui bacino idrografico le rocce dolomitiche sono molto più diffuse che non nell'alto bacino dell'Isonzo costituito da imponenti masse di calcari bianchi del Dachstein a contenuto relativamente piccolo di carbonati di magnesio. Le acque delle sorgenti di Chiapovano sono in riguardo molto eloquenti.

4. - Costanza della composizione chimica delle acque.

Nota così a grandi tratti la caratteristica più immediata della composizione chimica delle acque dell'Isonzo ci si può chiedere se tale composizione si mantenga costante oppure se varii col tempo facendo rientrare in quest'ultimo concetto le eventuali variazioni che potrebbero verificarsi nel corso di una stessa giornata, oppure con il succedersi delle stagioni o con il trascorrere degli anni; come pure col variare della portata e della velocità delle acque.

Ben poco possiamo dire in riguardo.

Circa le variazioni giornaliere possono interessare alcune ricerche fatte per sei giorni consecutivi, e precisamente dal 18 al 23 ottobre 1886, su acque prelevate in vicinanza delle sorgenti di Fontefredda a monte di Salcano.

I campioni d'acqua erano stati inviati all'Istituto chimico-agrario dal Municipio di Gorizia perchè fossero determinati: quantità delle sostanze tenute in sospensione, il tempo necessario per la loro naturale sedimentazione e le caratteristiche dell'acqua limpida soprastante.

Riportiamo nella seguente tabella i risultati più importanti della ricerca: (An. N. 216 del 31 ottobre 1886 di FRÜHAUF e POSTL).

DATA	Durezza totale in gradi tedeschi	Materiale solido tenuto in sospensione (in grammi per litro)	Temperatura dell' acqua in gradi *Reaumur*	Temperatura dell' aria in gradi *Reaumur*
18 ottobre 1886	5.9	0.0827	—	—
19 » »	6.0	0.4568	8.3	12.8
20 » »	5.5	1.0296	9.4	12.2
21 » »	5.8	0.2469	8.6	13.6
22 » »	5.9	0.4723	8.4	11.6
23 » »	6.2	0.2162	7.6	12.6

I dati qui riportati pur avendo un certo grado di relatività, in quanto che l'acqua (come stà annotato nel registro) dopo un periodo di riposo di 5-10 giorni non aveva assunto ancora una limpidezza cristallina, ci dimostrano ugualmente le seguenti cose:

1. Le acque dell'Isonzo non hanno una composizione fissa; sia pure entro certi limiti esse presentano continuamente oscillazioni di composizione che si faranno evidentemente più forti durante i periodi piovosi.

La notevole variazione del contenuto in sostanze sospese (materiale di torbida) dei campioni sopra illustrati dipende dal fatto che essi sono stati prelevati appunto dopo uno di tali periodi fortemente piovosi [1]).

Si intuisce altresì che una forte piovosità portando all'Isonzo masse d'acqua relativamente pure sotto il rispetto chimico (per il minor tempo di contatto con le rocce sulle quali scorrono e di conseguenza per la più limitata possibilità di arricchirsi con sostanze solute) deve modificare, ossia diminuire, il grado normale di durezza delle acque.

2. Ponendo a confronto la durezza dell'acqua pura dell'Isonzo con la quantità di materiali di torbida tenuti in sospensione si dovrebbe dedurre che non esiste alcun rapporto diretto fra i due valori.

Il fatto, anzi, che alla massima torbidezza dell'acqua abbia corrisposto il minor grado di durezza va probabilmente interpretato nel senso sopraenunciato.

3. Appare comunque chiaro quanto interessanti sarebbero apposite ricerche istituite in riguardo per poter dare maggior consistenza alle deduzioni che si intravedono interpretando alcuni dati d'analisi.

Sia ancora ricordato che a causa dell'immissione nell'Idria delle acque estratte dai pozzi delle note omonime miniere, ci si era preoccupati di una possibile presenza di mercurio nelle acque dell'Isonzo.

Ricerche eseguite in proposito dall'Istituto di Gorizia diedero, sotto questo riguardo, esito negativo [2]).

Per quanto riguarda una eventuale variazione della composizione chimica delle acque dell'Isonzo a distanza di anni si può solo dire che esse non presentano nel complesso oscillazioni molto forti.

Sia dal confronto dell'analisi di un'acqua prelevata a Gorizia presso Straccis nel 1899 e nel 1903, riportate nella tabella I, sia dai gradi di durezza determinati in varie epoche sulle acque dell'Isonzo, ci si può raffermare in tale supposizione.

Esaminando infatti le analisi N. 563 del 27 giugno 1891,N. 588 del 20 ottobre 1891, N. 1002 del 25 novembre 1893, N. 2138 del 2 febbraio 1898, N. 5303 del 27 ottobre 1903, si nota come la durezza totale dell'acqua oscilli fra 5.8 e 7.3 ed il relativo residuo secco a 100° C su 0.15‰.

---

[1]) Scrive infatti il COMELLI che il 16 ottobre 1886 erano cadute piogge eccezionalmente forti; «pioggie torrenziali... che i nostri pluviometri non registrarono le eguali da 8 anni». (Op. cit. pag. 90).

[2]) Cfr. analisi N. 1002 del dott. BENESCHOVSKY del 25 novembre 1893. Vedi pure BRAMO Op. cit. pag. 36.

5. - Temperatura dell' acqua.

Si è visto che l'Isonzo alla sorgente ha una temperatura, ritenuta costante, di 4° C. Evidentemente queste acque, venute a contatto con l'ambiente esterno devono subire una modificazione termica, sia in meno, durante i periodi di freddo intenso, sia in più, durante la maggior parte dell'annata. Come però variino le caratteristiche termiche in relazione al normale succedersi delle stagioni, ai vari tratti vallivi o di pianura percorsi dal fiume, alla massa e alla velocità delle acque, ecc. non siamo in grado di rispondere dato che nulla abbiamo ancora a nostra disposizione.

Fra i pochi dati rintracciati ricordo quelli esposti nella precedente tabella e ricordo altresì come il COMELLI (1887; pag. 111-112) avesse citato qualche osservazione del prof. MILLER [1]) e alcune sue fatte presso le sorgenti di Fontefredda deducendo che ad eccezione dei periodi di freddo straordinario la temperatura delle acque dell'Isonzo nei pressi di Gorizia oscillava fra un minimo di 6°5 C ed un massimo di 20°7 C presentando di conseguenza un'oscillazione termica annuale di circa 14° C.

Questi valori sono riportati pure dal BRESADOLA (Op. cit. pag. 11); dal che si deduce che ancora nel 1902 non si erano eseguite altre più specifiche ricerche in riguardo.

[1]) Ritengo che la forma corretta di questo nome sia MüLLER. Negli Atti e Memorie della Società Agraria di Gorizia dell'anno 1869, nel fascicolo in data 10 maggio, sotto il titolo «Provvedimenti d'acqua» si citano infatti gli studi «del prof. Müller appositamente chiamato da Vienna per studiare il monte di Kronberg, donde l'attuale acquidotto trae origine».

II. - Caratteristiche chimiche di sorgenti situate nella valle dell' Isonzo.

Nell'esporre le caratteristiche chimiche di un certo gruppo di sorgenti situate nella valle dell'Isonzo e che in esso versano i loro contributi acquei abbiamo di mira i seguenti scopi:

1. Rendere note le caratteristiche più immediate delle sorgenti stesse.

2. Conoscere quelle delle acque che affluiscono all'Isonzo e che in definitiva contribuiscono ad impartirgli, in parte almeno, la sua fisionomia complessiva.

3. Vedere, fin dove è possibile, l'influenza della diversa costituzione delle masse litologiche attraversate dalle acque piovane nell'impartire a quest'ultime, riaffioranti nelle sorgenti, speciali caratteristiche chimiche.

Le analisi che riportiamo sono in parte inedite (quelle conservate negli archivi dell'Istituto), in parte sono state pubblicate in lavori oggi poco noti o comunque ormai rari e quindi difficilmente accessibili al pubblico.

1. - Sorgente Dresečnik.

Si trova nel Comune di Oltresonzia e molto probabilmente trattasi di sorgente che scaturisce da quelle masse di calcari del Dachstein che costituiscono la maggior parte delle montagne dell'Alto Isonzo [1]).

Le acque di questa sorgente, analizzate nel 1925, palesano un largo rapporto fra i carbonati di calcio e quelli di magnesio tenuti in soluzione e un moderato grado di durezza.

---

[1]) Sembra che essa sgorghi ai piedi del monte Poloni in prossimità delle alluvioni ghiaiose diluviali.

Le notizie sulle sorgenti 3, 4, 5, 6 e 7 sono tolte dalla citata pubblicazione del BRAMO. Si presume pertanto che i dati relativi alla temperatura si riferiscano all'anno 1902.

2. Sorgente Posnica.

Scaturisce dal monte Starini nel Comune di Tarnova d'Isonzo. Le acque analizzate nel 1927 (An. N. 1296) hanno una composizione molto simile alla precedente. I carbonati di calcio sono i componenti fondamentali delle sostanze tenute in soluzione.

3. - Sorgenti di Kamno.

Si tratta di tre polle principali e di altre minori che sgorgano sul versante settentrionale del monte Kuk (1243 m) a quote situate fra 450 e 600 m., di fronte al villaggio di Kamno.

Le loro acque riunite danno origine ad un torrentello della portata iniziale di oltre 120 litri al secondo; nel suo letto si immette un solco torrentizio d'acque piovane proveniente dalla vetta del monte e percorso da quest'ultime solo durante forti acquazzoni.

Si dice che le varie polle sgorgano da rocce calcareo-marnose sovrapposte a quelle calcaree.

La temperatura delle sorgenti, misurata il 16 aprile, era di 8°5 C (temperatura dell'aria 9° C).

L'acqua prelevata dalla sorgente più elevata ha una durezza di soli 5.58 gradi tedeschi ed è data quasi essenzialmente da carbonati di calcio.

4. - Sorgente Foni.

Due chilometri circa più a valle sul fianco nord-orientale del monte Nahrad (1187 m), a oltre 500 m d'altezza, nelle vicinanze dei casolari «Foni», si origina un torrentello da tre polle sorgentizie che scaturiscono pur esse da rocce calcareo-marnose.

La temperatura dell'acqua, misurata il 3 marzo e il 16 aprile, era di 8°4 C (temperatura dell'aria: 9° C e 8° C) e la portata di circa 15 litri al secondo.

Rispetto alla composizione chimica si può dire che queste acque hanno una durezza maggiore (7 gradi) delle precedenti data quasi esclusivamente da carbonati di calcio.

5. - Sorgente Hatulje.

Sgorga ad una quota di circa 550 da rocce calcaree, sulle balze del monte Jeza (931 m) sopra Volzana. Dà origine ad un torrentello

della portata di circa 20 litri al secondo; la temperatura dell'acqua è di 8°5 C; la sua durezza, di 6.6 gradi, è data quasi esclusivamente da da carbonati di calcio.

6. - Sorgente della Tolminska (o Tominska).

Si trova sui versanti nord-occidentali del gruppo del M. Nero (2246 m), a 9 km da Tolmino.

Il torrente dopo aver percorso per circa sei chilometri una valle in parte abitata e coltivata supera una chiusa impervia di circa mezzo chilometro per poi sboccare nella valle dell'Isonzo due chilometri e mezzo a nord-ovest di Tolmino.

Si dice che a metà della chiusa si immetta nel torrente una sorgente termale solforosa.

La temperatura dell'acqua della Tolminska, misurata il 19 febbraio all'uscita dalla chiusa aveva una temperatura di 6°2 C (temperatura dell'aria 0°) e la portata del torrente si poteva valutare a oltre 1 metro cubo al secondo.

La composizione chimica palesa un sensibile contenuto in carbonati di magnesio accanto al predominio dei carbonati di calcio.

7. - Sorgente di Gabrie.

Sgorga a 450 m circa d'altitudine alle falde orientali del monte Merzli vrh (1361 m), nei pressi del villaggio di Gabrie che dista 3 km circa da Tolmino.

La temperatura misurata il 19 febbraio era di 6°5 C (temperatura dell'aria 1° C); la portata era di circa 70 litri al secondo; ma in una misurazione successiva fatta il 16 marzo era di soli 26 litri al secondo.

All'analisi chimica l'acqua palesava un sensibile grado di durezza (12.45) dato da carbonati di calcio e di magnesio.

8. - Sorgente di Potochi di Gorenia (o Potok-Gorenia vas).

La sorgente è situata a sud del paese di Canale e a circa 150 m sopra il paese di Gorenia.

Scaturisce dal complesso calcareo-marnoso-arenaceo dell'Eocene inferiore in vicinanza di un solco torrentizio, quasi sempre asciutto, che scende a valle.

Le acque pur palesando un certo grado di durezza mantengono un largo rapporto fra i sali di calcio e quelli di magnesio; sensibile è pure il contenuto in solfati.

Le acque, prelevate il 19 giugno 1928 dall'Istituto, avevano una temperatura di 12° C (temperatura dell'aria 17° C).

9. - Sorgente Zacras (o Za-kras).

Situata nel Comune di Anicova Corada anche questa sorgente sgorga da un complesso prevalentemente calcareo-marnoso-arenaceo dell'Eocene inferiore. Si trova in destra Isonzo, 150 m circa sopra il paese di Anicova, nella vallicella risalita dal sentiero che si diparte dal sottopassaggio ferroviario.

Anche quest'acqua contiene quasi esclusivamente carbonati di calcio che le conferiscono una considerevole durezza.

Caratteristica può sembrare la sensibile presenza di cloruri.

L'acqua prelevata il 7 febbraio 1928 da questo Istituto, aveva una temperatura di 12°5 C (temperatura dell'aria 6°7 C).

10. - Sorgente Mednik.

Si trova nei pressi di Descla in corrispondenza del torrente Lastivnizza. Non abbiamo altre notizie per poter precisare se essa scaturisca pure dal complesso calcareo-arenaceo-marnoso dell'Eocene inferiore che circonda il paese, oppure se filtri attraverso le placche ghiaiose isontine che si addentrano in questa insenatura.

Le acque prelevate da questo Istituto il 3 marzo 1931 avevano una temperatura di 9° C (temperatura dell'aria 2° C). All'analisi chimica mostrarono una durezza di 10° data quasi esclusivamente da carbonati di calcio. Da rilevarsi la sensibile presenza in esse di cloruri e di solfati.

11. - Sorgente Restoka.

Sappiamo solo che si trova presso Losizza nel Comune di Salona d'Isonzo. Le acque prelevate il 3 febbraio 1931 da questo Istituto avevano una temperatura di 11° C (temperatura dell'aria 7°5 C).

La loro durezza, di 11 gradi tedeschi, è data pure qui quasi esclusivamente da carbonati di calcio. Presenti sono pure, in sensibili quantità, solfati e cloruri.

TAB. II

Caratteristiche chimiche di sorgenti

Località	1 Sorgente „Dresecnik" Oltresonzia	2 Sorgente „Posnica" Tarnova d'Is.	3 Sorgente di Kamno	4 Sorgente di Foni	5 Sorgente Hatulje
Data	15-12-1925	20-11-1927	(1903)	(1903)	(1903)
Temperatura dell' acqua (° C)	9°	9°	8° 5	8° 4	8° 5
Temperatura dell' aria (° C)	– 5° 5	5°	9°	8°	7° 5
Durezza totale (in gradi tedeschi)	7.87	7.3	5.58	7.0	6.6
Su 100.000 parti di acqua: (grammi per ettolitro)					
Sostanza organica	0.07	0.35	1.87	2.81	1.95
Residuo fisso a 100° C	14.91 (a 110° C)	14.54 (a 120° C)	12.72 (a 150° C)	14.56 (a 150° C)	15.00 (a 150° C)
Ossido di calcio	7.40	7.30	5.40	7.04	6.10
Ossido di magnesio	0.47	tr.	0.10	ass.	0.35
Ossidi di ferro e di alluminio	—	tr.	—	—	—
Anidride silicica	0.50	0.23	—	—	—
Anidride solforica	ass.	0.50	ass.	ass.	ass.
Ammoniaca	ass.	ass.	—	—	—
Nitriti	ass.	ass.	—	—	—
Nitrati	ass.	ass.	—	—	—
Cloro	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.

sgorganti nella valle dell'Isonzo

6 Torrente Tolminska	7 Sorgente di Gabrie	8 Sorgente „Potochi-Gorenia" Canale d'Is.	9 Sorgente „Zacras" Anicova Cor.	10 Sorgente „Mednik" Descla	11 Sorgente „Restoka" Losizze	12 Sorgente „Palievo" Plava	13 Sorgente „Sbirolo" Plava
19-2-1903	(1903)	19-6-1928	7-2-1928	3-3-1931	3-2-1931	4-10-1927	20-1-1931
6° 2	6° 5	12°	12° 5	9°	11°	13° 5	12°
0°	1°	17°	6° 7	2°	7° 5	14° 5	2°
6.56	12.45	9.8	13.2	10.2	11.08	12.6	10.57
1.73	1.89	1.22	0.40	0.73	0.32	0.35	0.66
12.00 (a 120° C)	15.00 (a 105° C)	19.42 (a 180° C)	25.48 (a 180° C)	19.26 (a 180° C)	21.36 (a 180° C)	22.64 (a 180° C)	20.24 (a 180° C)
4.91	7.80	8.84	12.52	9.86	10.47	11.40	10.14
1.65	3.30	0.78	0.50	0.25	0.44	0.09	0.31
—	—	—	tr.	ass.	ass.	ass.	ass.
—	—	0.69	1.66	0.30	0.55	0.41	0.41
tr.	tr.	0.96	tr.	0.83	0.92	0.60	1.05
ass.	—	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
ass.	—	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
tr.	tr.	ass.	0.55	0.25	0.24	ass.	ass.

12. - Sorgente Palievo (o Valjevo-Descla).

È situata 150 m circa sopra Plava nella vallicella che scende da Palievo, poco sotto la strada che conduce a detto paesello.

Sgorga da una fessura nel letto roccioso di un solco torrentizio quasi sempre asciutto. L'acqua della polla ha una portata di magra di 10 litri al secondo e si mantiene sempre limpida anche durante i periodi piovosi.

Anche questa sorgente si vuole considerare come originantesi dal complesso calcareo-arenaceo-marnoso dell'Eocene inferiore dato che viene segnalata la presenza di «calcare brecciato, frammentato ad arenarie», sebbene in base alle conoscenze geologiche della regione non si possa escludere a priori un'origine carsica collegata agli affioramenti calcarei della catena montuosa del M. Santo-Vodice-Kuk.

Le acque prelevate da questo Istituto il 4 ottobre 1927 avevano una temperatura di 13°5 C (temperatura all'aria 14°5 C); la loro durezza era di 12.6 gradi tedeschi data quasi esclusivamente da sali di calcio.

13. - Sorgente Sbirolo.

30 metri circa a monte della sorgente di Palievo ne sgorga un'altra di minore importanza che molto probabilmente si identifica con quella che viene indicata col nome di «Sbirolo».

Le acque furono prelevate da questo Istituto il 20 gennaio 1931. Avevano una temperatura di 12° C (temperatura dell'aria 2° C) e caratteristiche chimiche molto simili a quelle di Palievo; i solfati tuttavia erano in sensibile aumento.

14. - Sorgenti di Fontefredda (o del Merzlek o Merslek).

Sono le note polle carsiche che sgorgano quasi a livello dell'Isonzo, alle falde del Monte Santo, qualche chilometro a monte di Salcano e che alimentano l'acquedotto di Gorizia.

Data l'importanza e la vicinanza di queste sorgenti è naturale che esse abbiano da molto tempo richiamato l'attenzione degli studiosi e che numerose siano le analisi di cui possiamo disporre.

Ma appunto per questo loro interesse credo opportuno soffermarmi con qualche maggiore dettaglio nella speranza di richiamare nuovamente l'attenzione su di esse.

Le scaturigini principali sono situate sulla sinistra dell'Isonzo e sembra facciano capo a due rami distinti: quello situato più a valle alimenta la sorgente principale e due polle secondarie situate poco discoste. Per esser state una volta proprietà del conte CECCONI vennero tempo addietro chiamate anche con questo nome. Il ramo situato più a monte investe un banco di ghiaie lungo una novantina di metri, quasi a fior dell'Isonzo sgorgando da cinque principali polle a carattere continuo o intermittente. La loro proprietà era una volta del Comune di Gorizia e pertanto si chiamavano anche Sorgenti Comunali.

I primi affioramenti delle acque alimentate da questi due rami distano fra loro circa 140 m e sono separati da un tratto di roccia fornito solo di qualche rara sorgente intermittente [1]).

Questi due rami di Fontefredda erano ritenuti relativamente indipendenti nel senso che tale loro biforcazione si sarebbe verificata molto lontano dalla sorgente.

Sulla sponda opposta dell'Isonzo di fronte a queste sorgenti sgorgano due altre fonti di carattere temporaneo od intermittente, collegate con le principali mediante un sistema di sifoni naturali [2]) e formano presumibilmente lo scarico di troppo pieno delle riserve naturali che alimentano le sorgenti di Fontefredda [3]).

Il dislivello *normale* fra Isonzo e Fontefredda viene valutato a soli undici centimetri.

La portata complessiva delle sorgenti veniva valutata a 25.000 - 40.000 (COMELLI, BRESADOLA; ecc.) ed anche a 30.000 - 50.000 metri cubi al giorno (BRAMO).

La temperatura oscilla sui 9° C; notasi tuttavia un leggero aumento durante i periodi piovosi. Il 17 ottobre (1886), dopo un nubifragio, si notava perfino un massimo di 11° C (8°8 R); temperatura - si diceva - pur ancor sempre inferiore a quella delle altre sorgenti del circondario.

La composizione chimica di queste acque pone in evidenza una durezza oscillante in media fra 6.5 e 7.4 data quasi esclusivamente da carbonati di calcio.

---

[1]) Il COMELLI ne segna una sola.
[2]) TARAMELLI - Op. cit. pag. 8.
[3]) PIRAS, REINOLDI, ecc. - Op. cit. pag. 11.

Questa composizione sembra sia la stessa anche per tutte le altre sorgenti minori. Da numerose analisi sommarie eseguite presso questo Istituto stralciamo infatti i seguenti dati:

Su 100.000 parti di acqua ossia grammi per ettolitro:	Residuo fisso a 100°	Durezza	Sost. organ.	Data
Sorgente di Fontefredda . .	15,43	6,4	0,57	15-10-1903
» » » . .	15,70	6,5	1,72	28-10-1903
Sorgente Cecconi	15,82	6,85	1,75	1904
Sorgente Comunale . . .	16,20	7,04	1,65	1904
» » . . .	15,18	6,28	1,60	1904
Sorgente Intermittente alta .	15,06	6,12	1,35	16-9-1904
Sorgente Intermittente bassa	15,20	6,30	1,30	16-9-1904

In tutte le sorgenti si è riscontrata assenza di ammoniaca, di nitriti e di nitrati; traccie di cloro e di solfati. La sola intermittente alta aveva traccie di nitriti.

Sull'origine di queste acque molto si è discusso e ancor oggi il problema non può ritenersi del tutto chiarito ed esaurito.

Evidentemente cinque sono le principali ipotesi che possono prospettarsi in riguardo: le acque cioè potrebbero rappresentare un riaffioramento di infiltrazioni dell'Isonzo nelle masse calcaree carsiche a valle di Plava; potrebbero rappresentare acque meteoriche infiltratesi nelle soprastanti masse calcaree della catena del M. Santo-Vodice ed eventualmente anche del Sabotino; potrebbero costituire affioramenti di acque torrentizie subaeree che, giunte a contatto delle masse calcaree della sopracitata catena montuosa vengono da questa assorbite e fatte riaffiorare dopo un percorso sotterraneo; potrebbero ancora rappresentare acque freatiche di più lontana provenienza; potrebbero infine avere origine mista.

Per quanto riguarda *la prima* possibile ipotesi, che appare la più semplice e spontanea e che vorrebbe considerare queste acque un ramo sotterraneo dell'Isonzo, si ricorda come essa non abbia mai incontrato il favore degli studiosi.

Questo primo ordine di idee risaliva forse ad un'osservazione che il COMELLI illustrava con le seguenti parole: «; ; . . fu sempre asserito che il Merslek s'alza e s'abbassa parallelamente all'Isonzo». (Op. cit. pag. 85).

Questo fenomeno, tuttavia, sarebbe solo apparente. Dice infatti il sopraaccennato autore che «con le acque del fiume si eleva quando le pioggie di montagna gonfiano l'Isonzo e mancano invece le pioggie nella regione inferiore. Allora il Merslek non aumenta *per causa propria* di volume, e obbedisce con un parallelismo mirabile agl'innalzamenti e abbassamenti del fiume. Quando le pioggie sono generali o quando la regione superiore dell'Isonzo è senza pioggia, e queste abbondano invece nella regione del Merslek, allora le acque di quest'ultimo si rendono come indipendenti e scaturiscono con dislivelli grandissimi sopra lo specchio d'acqua del primo». (Op. cit. pag. 85).

Ciò dimostrerebbe, secondo il COMELLI, non solo l'indipendenza del Merslek dall'Isonzo, ma anche che, in vista della sua debole pressione, che non riesce a vincere quella dell'Isonzo, l'abbassamento delle sue acque dovrebbe aver luogo già molto lontano dalle sue scaturigini.

Anche nell'opuscolo su «Il nuovo acquedotto di Gorizia» (1935) a pag. 16 si fa presente che l'ipotesi di una infiltrazione di acqua fluviale nelle sorgenti appare inverosimile, per legge fisica, poichè le acque di Fontefredda subiscono un ingorgo e scaturiscono sempre al di sopra del livello del fiume.

Si poneva poi in rilievo, come fatto di non trascurabile importanza, che nell'orizzonte sorgentifero di dette acque si riscontra una flora del tutto caratteristica composta di alghe verdi e diatomee *(Pinnularia, Gonphonema, Spirillum undulans, Colpidie.* ecc.) che essendo tipiche delle acque delle sorgenti servono pertanto a differenziarle nettamente da quelle del fiume.

Del resto anche il MILLER (MÜLLER) in una sua relazione del 1871 aveva già dichiarato «impossibile tenere il Merslek per una derivazione dell'Isonzo» per la forte differenza di temperatura che egli aveva riscontrato in una misurazione eseguita simultaneamente durante l'estate. Mentre le acque dell'Isonzo avevano 18°1 C (14°5 R) quelle del Merslek segnavano solamente 9°4 C (7°5 R).

Dato poi che le altre sorgenti della regione poste «in situazione sì bassa» avevano una temperatura oscillante fra 11° e 12°5 C (9° - 10° R) e mai quella di 9°4 C, che si poteva riscontrare solo ad altitudini più elevate, deduceva che il Merslek fosse alimentato da serbatoi sotterranei posti a notevole altezza e dai quali l'acqua doveva scendere con una considerevole velocità in modo da mantenere la sua bassa temperatura [1]).

---

[1]) Cfr. COMELLI - Op. cit. pag. 88.

Esporremo in seguito le vedute del COMELLI; qui ricordiamo solamente che anche il TARAMELLI nel 1903 si associava in linea di massima alle idee del COMELLI che Fontefredda andrebbe considerata quale libero abbassamento di una corrente interna, perennemente alimentata dall'alto, a grande distanza dal suo sbocco a fior dell'Isonzo [1]).

Pur lasciando impregiudicata la questione crediamo tuttavia doveroso far presente alcuni risultati analitici comparativi sulla durezza delle acque dell'Isonzo e di quelle di Fontefredda su campioni prelevati simultaneamente per sei giorni di seguito. Sebbene una stessa durezza non sia sinonimo di analoga composizione chimica delle acque tuttavia essi sono degni di meditazione e meriterebbero comunque di essere ripetuti con prove nuove sistematicamente condotte.

I campioni furono inviati a questo Istituto dal Comune di Gorizia il 19-24 ottobre 1886 e furono analizzati da FRÜHAUF e POSTL [2]).

Va ricordato che il 16 ottobre erano cadute nel Goriziano pioggie torrenziali [3]).

Durezza delle acque espressa in gradi tedeschi

	Isonzo	Fontefredda
Acqua prelevata il 18 ottobre 1886	5,9	6,0
19 » »	6,0	5,9
20 » »	5,5	5,8
21 » »	5,8	5,8
22 » »	5,9	6,0
23 » »	6,2	6,2
Media	5,9	6,0

Dai risultati qui riportati si potrebbe giustamente esser indotti a vedere una grande analogia fra i due tipi di acque prelevate e valutate in base al loro grado di durezza che indirettamente si riferisce al loro contenuto in basi alcalino-terrose.

Il parallelismo dei valori soprariportati potrebbe sembrare tanto più significativo qualora si consideri che *normalmente* entrambe le acque hanno una durezza superiore a quella riscontrata nei giorni sopraindicati e che le piccole variazioni presentate possono esser dovute alla maggior lentezza del deflusso sotterraneo (che porta evidentemente

[1]) TARAMELLI - *Risposte ad alcuni quesiti* ecc. pag. 9.

[2]) Dette analisi sono state pure riportate dal COMELLI a pag. 91 del suo noto lavoro.

[3]) COMELLI - Op. cit. pag. 90.

alla sorgente un'acqua di data anteriore a quella che nell'ora di prelievo passa per l'Isonzo) e quindi alla maggior possibilità data alle acque di arricchirsi con sostanze solubili.

La seconda ipotesi che fu anche in un primo tempo avanzata da TARAMELLI nel 1875 nel suo rapporto in cui prospettava che lo scaturire delle acque fosse in qualche dipendenza col calcare nero, bituminoso, sottostante al calcare a rudiste che sia al M. Santo, sia nell'opposto M. S. Valentino avrebbe rappresentato il Cretacico superiore, fu in seguito rigettata dallo stesso autore nel 1903 (Op. cit. pag. 6).

Che le sorgenti siano *esclusivamente* alimentate dalle masse calcaree soprastanti pare essere un'ipotesi per lo meno poco probabile data la limitata possibilità di raccolta d'acqua non certo proporzionata a quella che esce.

Non si può però escludere che quest'ultima trovi nella massa montuosa soprastante almeno *parziale* alimentazione.

Ne potrebbero parlare in favore sia la composizione chimica più specifica delle acque sorgenti, sia quella del loro materiale di torbida.

Le acque di Fontefredda paragonate con quelle dell'Isonzo palesano rispetto a quest'ultime un maggior contenuto in carbonato di calcio e uno molto più basso in carbonato di magnesio; dal che si potrebbe desumere che le acque sono state lungamente in contatto in modo prevalente con rocce calcaree quali lo sono appunto quelle della montagna soprastante.

Se le acque di Fontefredda derivassero unicamente da infiltrazioni dell'Isonzo il tenore in carbonati di magnesio dovrebbe essere molto più elevato ed avvicinarsi all'incirca a quel 1.50 che sembra essere la caratteristica media delle acque isontine.

A sua volta la composizione chimica del materiale solido tenuto in sospensione dalle acque di Fontefredda dovrebbe avere per lo meno una grande analogia con quello portato dall'Isonzo. Non sembra però che le cose stiano così; come pure non sembra che la sua caratteristica sia costante. Cito in riguardo alcune descrizioni fatteci da vari autori:

Il COMELLI ricorda come il 9 e 10 ottobre (1886) aveva piovuto molto nella regione superiore di Fontefredda. Lo stesso giorno (9) Fontefredda era torbida come pure le intermittenti che le stanno di fronte e «tra mezzo a loro, l'Isonzo scorreva limpido e azzurro, con le sue acque trasparenti che spiccavano più belle tra quelle due lunghissime striscie giallognole che lo accompagnavano» (Op. cit. pag. 89).

Il BRAMO in una sua relazione del 1903 ricorda a sua volta le osservazioni di G. B. TONELLO del 1899 che così annotava: «8 agosto

1899: in forza della forte pioggia che cominciò a Salcano alle ore 3 pom. e si portò verso Gargaro, alle ore 5 pom. (2 ore dopo) cominciò a crescere la sorgente, prima nella trincea vicino alla roccia, poi nella galleria e sul banco di ghiaia e pochi secondi dopo la intermittente e le sorgenti dirimpetto al Merzlek, facendosi sempre più forte. L'acqua era fortemente velata dal colore di terra rossa, mentre l'Isonzo era chiaro e basso». (Op. cit. pag. 45).

A queste del TONELLO il BRAMO aggiunge le sue osservazioni fatte dopo gli acquazzoni del 13 giugno (1902). Nel pomeriggio del giorno 14 - egli dice - mi recai a visitare il Merzlek ed ebbi la fortuna di trovare tutte le varie polle ingrossate e velate d'un colore verdognolo sporco; l'acqua misurava 9°8 C e aveva sapore di terra.

Nella notte dal 20 al 21 vi furono forti scrosci di pioggia a Gorizia e presumibilmente anche sull'altipiano; nel pomeriggio del giorno 21 ritornai al Merzlek; trovai le sorgenti ancora più gonfie e più torbide della prima volta, d'un colore rossastro sporco, dal sapore sgradevole di terra; dalla temperatura di 10°2 C (Op. cit. pag. 45).

Da quanto esposto si vede come il colore del materiale di torbida non sia sempre lo stesso. È stato rinvenuto di colore giallognolo, verdognolo, rossastro e rosso (terra rossa). Ciò ci pone sull'avviso che la sua provenienza può essere diversa. È probabilmente locale, ossia delle masse calcaree di più immediata vicinanza, quando la tinta è rossastra, in quanto rispecchia evidentemente il tributo di «terra rossa» diffusa nelle zone calcaree soprastanti fino ad altitudini di poco superiori ai 500 m. Può risalire a contributi più discosti quando la tinta è giallastra o verdognola in quanto proveniente da regioni più elevate o anche, più verosimilmente, da complessi arenaceo-marnosi eocenici. Dubbi sono, invece, i contributi di regioni più remote o ancor più elevate, come potrebbe essere la zona calcarea carsica dell'altipiano della Bainsizza (o del Lascek), ove, per analogia con quanto avviene sull'attigua regione tarnovana i terreni superficiali dovrebbero avere tinte brune o nerastre e solo limitatamente d'un giallo sporco.

Si può dubitare altresì che nel breve spazio di due ore [1]) acque di sotterraneo deflusso, che di regola è molto lento, possano giungere da sì grandi distanze.

Circa le cause di questo intorbidamento sia ancora ricordato che il COMELLI (1886) così scrive: «le torbide del Merslek, secondo tutte le

[1]) Anche il COMELLI nota, a pag. 94, che «Le torbide del Merslek incominciano a poche ore dopo il prorompere delle pioggie, e in poche ore diminuiscono, dopo che le pioggie sono cessate».

probabilità hanno un'origine molto sparsa, molto alta e lontana; si dovrebbe forse cercarla in un gran numero di piccole fenditure, di foibe anguste infinite, tra le argille e i calcari, anche laddove tracce dell'eocene abraso e scomparso non esistono più; si dovrebbe forse cercarla in vecchi depositi di fanghiglie, toccati accidentalmente e a lunghi intervalli d'anni dalle acque». (Op. cit. pag. 103).

Il GRABLOVITZ, secondo il BRESADOLA, sarebbe stato dell'opinione che le acque torbide non sarebbero da confondersi con quelle della sorgente, in quanto rappresentanti scarichi temporanei di tutt'altra provenienza.

Il BRESADOLA (1902) esaminando le rocce entro la galleria si sarebbe convinto che dette torbide avrebbero potuto esser prodotte da un dilavamento delle rocce ad opera delle acque della fonte obbligate ad elevare il loro livello dalle piene dell'Isonzo.

Il TARAMELLI (1903) basandosi sul fatto che la sorgente si chiarificava assai più presto dell'acqua raccolta in vasi esprimeva l'opinione che le torbide di Fontefredda sarebbero dovute a dilavamenti momentanei dei condotti di solito non percorsi, invasi di ocra e perciò facilmente diluibili nella considerevole massa dell'acqua soppravveniente. (Op. cit. pag. 18).

Nella pubblicazione del 1935 di PIRAS e collab. si ammette che durante le forti pioggie le acque meteoriche, cadute nella zona superiore d'assorbimento del bacino imbrifero, vengono convogliate rapidamente per mezzo delle foibe, delle fessure e meati grandi e piccoli in profondità dove giungono torbide, per materiale trascinato nel loro breve corso superficiale (pag. 21).

Sulla più specifica natura di questi materiali di torbida ben poco si conosce. Scriveva il BRAMO che il prof. OELWEIN in base ai risultati dell'analisi chimica del sedimento minerale dell'acqua di Fontefredda avrebbe scoperto che il detrito era formato da sostanze appartenenti alla formazione cristallina il che proverebbe che la fonte riceverebbe alimenti da molto lontano, provenienti, cioè, da formazioni paleozoiche (Op. cit. pag. 46).

Ci riesce incomprensibile come si possa giungere a tali conclusioni in base alla sola analisi chimica che per di più, per non essere riportata, ci è ignota. Il massimo che si avrebbe potuto concludere sarebbe stato di poter dire che il sedimento non era di natura calcarea.

L'ipotesi del COMELLI è stata ricordata nella pagina precedente.

Ancora nel 1903 il TARAMELLI scriveva che «sebbene la natura chimica di queste torbide non sia nota» riteneva probabile si trattasse di materie ocracee piuttosto che calcaree. (Op. cit. pag. 18).

Dato che nulla mi risulta esser stato pubblicato su questo argomento mi pare interessante render noti i risultati di alcune analisi eseguite su questo materiale di torbida, già nel 1904 dall'Istituto chimico agrario sperimentale di Gorizia. Le analisi furono eseguite da BENESCHOVSKY e sono riportate ai N. 5754, 5755 e 5759 dei registri del 1904 e da noi esposte nella Tab. III [1]).

Se ora si paragonano questi dati con quelli eseguiti sulle torbide dell'Isonzo, (An. N. 5713 di BENESCHOVSKY) si rileva tosto quanto grande sia la differenza fra questi due tipi di materiali sospesi: quelli dell'Isonzo, infatti, sono calcareo-dolomitici; quelli di Fontefredda, invece, sono di natura prevalentemente silico-argillosa.

I dati che abbiamo sulla composizione chimica delle torbide di Fontefredda non ci permettono tuttavia di identificare la loro precisa natura; non riusciamo, cioè, ad affermare, senza dubbi, se trattasi di «terra rossa» mista a sottile limo calcareo (ossia di materiale proveniente dalla superficie della soprastante catena montuosa mescolato a limo calcareo acquistato nel tragitto sotterraneo), oppure, invece, se trattasi di sostanze argillose provenienti dal disfacimento fisico o chimico di rocce marnoso-arenacee eoceniche che in questo modo potrebbero attestare il contributo di torrenti subaerei provenienti dai complessi montuosi esterni alla catena M. Santo-Vodice.

Interessante è pure il progressivo aumento dei sesquiossidi ferro-alluminici via via che la quantità del materiale tenuto in sospensione diminuisce e che presumibilmente si fa sottile e quindi di natura più spiccatamente colloidale.

Per quanto riguarda *la terza ipotesi* poco si può aggiungere a quanto finora esposto. Ricordiamo solamente come siano già state prospettate eventuali possibilità di alimentazione da parte del torrentello Slatna che solca la valle che separa il M. Santo dalla Bainsizza, valle rivestita da sedimenti marnoso-arenacei eocenici; come pure da altre acque che raccogliendosi nella conca di Gargaro, talora allagandola, vengono poi inghiottite da numerose foibe e da grotte sotterranee fra le quali quelle di Gargaro sono le più note ed estese.

---

[1]) L'analizzatore fa presente che le analisi esposte nelle colonne 5, 6 e 8 della Tab. III per la troppo piccola quantità di sostanza avuta a disposizione sono da considerarsi con una certa approsimazione.

Tabella III **Composizione chimica del materiale di torbida dell'Isonzo, di Fontefredda e del torrentello Slatna.**

	Isonzo 1904	Fontefredda (Cecconi) 15 9-1904	Fontefredda (Comunale) 15-9-1904	Fontefredda (Comunale) 16-9-1904	Fontefredda (Comunale) 17-9-1904	Sorg. Intermittente Alta 16-9-1904	Sorg. Intermittente Bassa 16-9-1904	Sorg. Intermittente 17-9-1904	Slatna (64 km.) 15-9-1904
Materiale tenuto in sospensione da 100.000 parti di acqua (grammi per ettolitro)		12.15	9.53	3.57	1.34	3.28	3.32	2.05	47.80
Composizione chimica di 100 parti di questo materiale:									
Residuo insol. in ac. cloridico	23.88	60.58	70.42	57.64	54.79	59.38	61.33	46.74	69.25
Ossidi di ferro e di alluminio	4.64	15.84	13.77	19.0 8	23.29	18.77	17.63	19.77	11.93
Ossido di calcio	33.75	8.80	4.61	7.06	7.19	4.46	5.26	11.86	6.76
Ossido di magnesio	4.92	1.90	1.50	—	—	—	1.76	—	1.02

Note sono parimenti le obiezioni che si sono fatte in riguardo e non intendiamo qui discuterle; riportiamo, invece, due analisi fatte dall'Istituto nel 1903 su campioni inviatigli il 27 ottobre di quell'anno (An. N. 5304 e 5305): una di esse riguarda la sorgente dello Slatna [1]) l'altra il torrente nei pressi di Gargaro.

La temperatura della sorgente era di 12°7 C (Temperatura dell'aria 17° C) quella del torrente era di 12° C.

Il fatto più saliente che si riscontra confrontando le analisi di queste acque è la differenza che intercorre fra esse e più precisamente la minor durezza delle acque del torrente; fatto difficilmente spiegabile se non si ammette una diluizione momentanea ad opera di altre acque provenienti da sorgenti di diversa composizione chimica. Va altresì rilevata l'analogia di composizione fra le acque di Fontefredda e quelle dello Slatna.

Nell'anno successivo, 1904, l'Istituto analizzava nuovamente l'acqua dello Slatna rilevando una durezza simile a quella riscontrata nell'anno precedente alla sorgente. Essa, infatti, fu di 8.76 con un residuo fisso a 100° C di 19.80 (An. N. 5754/61).

Il prelevamento ebbe luogo il 15 settembre 1904 contemporaneamente agli altri di Fontefredda e di quest'acqua fu pure analizzato il materiale tenuto in sospensione.

I risultati, esposti nella tabella seguente, palesano evidenti grandi analogie con quelli di Fontefredda prelevate allo stesso giorno ed hanno per questo motivo grande interesse. Siamo dolenti, invece, di non possedere un'analisi chimica più dettagliata specialmente per quanto riguarda il contenuto in carbonati di calcio e di magnesio. Sotto questo riguardo però sono degne di meditazione le analisi comparative eseguite da questo Istituto sulle acque inviate dal Comune di Gorizia con nota del 27 ottobre 1903 (unitamente a quelle dello Slatna) e che pertanto si deve presumere trattarsi di prelevamenti contemporanei.

Quattro campioni d'acqua sono così contrassegnati:

1. Acqua dell'Isonzo
2. Sorgente dello Slatna

[1]) Dice il COMELLI che numerosissime sono le sorgenti che alimentano lo Slatna e che ben sette sarebbero le sue diramazioni; tutta la zona di Gargaro sarebbe a sua volta ricca di sorgentelle. L'acqua, tuttavia, avrebbe tendenza a scomparire sempre più rapidamente dalla superficie e questo fenomeno di abbassamento delle acque si accentuerebbe a memoria d'uomo.

Ricorda altresì il COMELLI che anche il Monte Santo (che prima di assumere tale nome in seguito alla nota apparizione della Madonna, si chiamava «acquoso») avrebbe avuto un gran numero di sorgenti perenni; secondo un vecchio libro. addirittura parecchie decine. (Op. cit. pag. 75).

3. Torrente Slatna a Gargaro
4. Sorgente del Merzlek (Fontefredda) - Sorgente Comunale.

Eccone i risultati:

Composizione chimica delle acque dello Slatna paragonata con quelle dell'Isonzo e di Fontefredda

(An. N. 5303 - 5306 di DEVARDA)

	1	2	3	4
Ossido di calcio . .	4,98	8,48	5,16	6,88
Ossido di magnesio .	1,66	tr.	0,38	0,39
Anidride solforica .	tr.	tr.	tr.	tr.
Cloro	tr.	tr.	tr.	tr.
Ammoniaca	—	—	—	—
Nitriti	—	—	—	—
Nitrati	tr.	tr.	presenza	tr.
Sostanza organica .	1,50	1,75	1,25	1,35
Durezza totale (in gradi tedeschi)	7,3	8,5	5,7	7,4

Si desume da esse l'analogia di composizione che sussiste fra le acque di Fontefredda e quelle dello Slatna e la differenza con quelle dell'Isonzo. Si rileva altresì come uno stesso grado di durezza non sia necessariamente un segno di analogia fra la composizione chimica delle acque.

Circa *la quarta ipotesi*, che contempla la possibilità d'una lontana provenienza delle acque di Fontefredda diremo che essa fu prospettata, meditata e sostenuta in modo particolare dal COMELLI ed accolta dalla maggioranza anche in tempi più recenti senza affrontare con pari profondità di indagine se questa ipotesi fosse ancor oggi sostenibile.

Da quanto abbiamo esposto già si conoscono i motivi che indussero quel valente studioso ad avanzare una simile ipotesi: la ricchezza delle sorgenti di Fontefredda e la freschezza pressochè costante delle sue acque facevano presupporre non solo l'esistenza d'un esteso bacino di alimentazione; ma anche una provenienza da zone molto alte. Siccome lontani erano i monti elevati, da lontano dovevano necessariamente giungere le acque di Fontefredda.

Lo sguardo, spaziando verso le Alpi, s'era così fermato sull'altipiano della Bainsizza o, come allora si chiamava, del Lasceg o Laschek. Detto altipiano si elevava in media di 800 m. s. m.; era circoscritto a oriente e a mezzogiorno dalle valli di Chiapovano e di Gargaro; a settentrione e a ponente da quelle dell'Idria e dell'Isonzo; misurava una superficie di circa 146 chilometri quadrati.

«Quella regione - scriveva il Comelli - così alta e così bene isolata, l'abbiamo vista chiudersi a levante con un dislivello di dugendo metri senz'acque visibili, eccetto l'esigua sorgente di Chiapovano. A nord-est la si vide abbassarsi in una rapida scesa di 650 metri all'incirca fino al profondo canale dell'Idria, e anche qui senz'essere bagnata d'un acqua purchessia in quella direzione. A nord e a sud lo si vide coprirsi da una corteccia eocenica, irrigata soltanto verso Gargaro da non molti e tutti sottilissimi getti d'acqua, che tendono ad impoverirsi a memoria d'uomo e a sparire .E verso l'Isonzo, ove il dislivello è maggiore (da 720 ai 750 m.) si videro le acque comparire a due piani distinti: le perenni e copiose ma uniche (e sono il Merslek), a livello del fiume; e le temporanee, brevi ma numerosissime, da 40 a 45 metri più alte». (Op. cit. pag. 96).

Il COMELLI spiegava bensì l'aridezza dell'altipiano con la presenza degli inghiottitoi carsici *(foibe)*, ma si preoccupava di non trovare la loro via d'uscita e faceva pertanto presente: «quelle acque se non sono il Merslek, dove si perdono o dove riscaturiscono esse quest'acque?» Eppure - diceva ripetendo un detto del DÉSOR - bisogna ch'esse trovino un uscita da qualche parte; altrimenti ogni valle si trasformerebbe ben presto in un lago». (Op. cit. pag. 96).

Con accurati calcoli il COMELLI rilevava la quantità d'acqua dispersa nel sottosuolo dell'altipiano valutandola a 116.000 metri cubi giornalieri pari quindi al doppio della portata ordinaria di Fontefredda.

Le origini di quest'ultima sarebbero situate di conseguenza a 14 km. di distanza in linea retta dal loro affioramento; il dislivello sarebbe stato di quasi 900 metri e la consecutiva pendenza media del 64 per mille sarebbe stata più che sufficiente per conferire alle acque una straordinaria velocità.

Pur ammettendo una inevitabile tortuosità del corso sotterraneo questo ultimo non doveva presentare eccessive complicazioni nel suo deflusso in modo da permettere alle acque di mantenere la loro caratteristica freschezza. Affinchè essa possa aver luogo il COMELLI faceva presente che bisognava ammettere inderogabilmente tre cose: un rapido abbassarsi alle sue origini; nessun bacino intermedio o pochissimi e brevi e poco profondi; nessuna o una minima mescolanza con altre acque d'origine più vicina e quindi più basse e calde.

«Senza di ciò - concludeva il COMELLI - il Merslek non sarebbe più il Merslek e la sua freschezza non sarebbe cosa possibile». (Op. cit. pag. 101).

Quanto esposto valga a far conoscere quanto complessa è la questione delle origini delle acque di Fontefredda. Dall'epoca in cui scriveva il COMELLI (1887) ad oggi grandi sono stati i progressi della scienza e delle cognizioni geologiche locali. È giustificato chiedersi pertanto se queste conclusioni possono ritenersi valide anche ai nostri giorni. È un tema interessante, ma che va affrontato con quella stessa serietà e profondità d'indagine che sono la più bella caratteristica dell'opera del sopraricordato autore.

Circa la provenienza delle acque di Fontefredda una sola cosa è certa: che esse non si possono considerare acque di esclusiva infiltrazione isontina. Tuttavia prima di escludere definitivamente la possibilità di un contributo dell'Isonzo, come pure di asserire che esse traggano origine dall'altipiano della Bainsizza mi sembra che si debbano fare ancora molte accurate ricerche, sia con nuovi mezzi di ricerca, sia in base alle più recenti conoscenze della struttura tettonica delle masse montuose della regione.

TAB. IV **Caratteristiche chimiche della**

Località			Sorgente Comunale	Sorgente Comunale
Data	1899	5-1903	27-10-1903	(1903)
Temperatura dell'acqua (in gr. C)	—	9.2	10°9	9°
Temperatura dell'aria (in gradi C)	—	—	17°2	10°8
Durezza totale (in gradi tedeschi)	7.20	6.98	7.4	7.55
Su 100.000 parti di acqua: . . (grammi per ettolitro)				
Sostanza organica	0.79	0.72	1.35	—
Residuo fisso a 100°C.	14.60	14.23	—	19.08
Ossido di calcio	6.50	6.35	6.88	6.84
Ossido di magnesio	0.50	0.45	0.39	0.50
Ossidi di ferro e di alluminio .	—	—	—	0.12
Anidride silicica	—	—	—	3.44
Anidride solforica	tr.	tr.	tr.	0.23
Ammoniaca	ass.	ass.	ass.	—
Nitriti	ass.	ass.	ass.	—
Nitrati	ass.	ass.	tr.	—
Cloro	tr.	tr.	tr.	tr.
Acido carbonico libero e semi-combinato				5.8

permetterà alle acque un contatto più o meno lungo con la roccia calcarea [1]). Le caratteristiche delle sorgenti che veniamo ora ad illustrare confermano quanto ora esposto.

2. - Caratteristiche chimiche di alcune sorgenti carsiche del goriziano.

1. Le sorgenti di Chiapovano

Sgorgano nel noto Vallone di Chiapovano a 607 m. s. m. presso l'omonimo paese fornendo circa 900-3700 m^3 giornalieri di ottima acqua potabile, fresca e limpida.

Vicino alla sorgente principale si notano alcune scaturigini minori e poco discosto altre undici piccole polle.

L'acqua proviene evidentemente dai soprastanti altipiani carsici costituiti da rocce calcaree e dolomitiche e caratteristica pertanto appare la relativa ricchezza di composti magnesiaci che determina un più stretto rapporto fra le due basi alcalino-terrose (calcio e magnesio).

Le prime analisi sommarie risalgono al 5 dicembre 1885; furono prelevate dalla Commissione Comunale per il provvedimento idrico e inviate a questo Istituto sperimentale per accertare la potabilità di due campioni raccolti sui versanti settentrionale e orientale del Vallone.

Le analisi registrate al N. 148 furono eseguite da T. FRÜHAUF e J. URSIC; da esse si può solo desumere la relativa omogeneità delle acque sgorganti dalle diverse polle.

Un'altra analisi, più completa, venne eseguita il 23 agosto 1899 (analisi N. 3017 di A. BENESCHOVSKY) su un campione inviato all'Istituto. Un'altra ancora fu eseguita nel giugno 1903 (analisi N. 4977 di PAPEZ) su un campione inviato dalla direzione della Scuola di Chiapovano.

Tutte queste analisi ci dimostrano che le acque delle sorgenti di Chiapovano hanno una composizione pressochè costante e che differiscono da quelle dell'Isonzo per un maggior grado di durezza e per un maggior contenuto di carbonati di magnesio.

---

[1]) Non è infatti la stessa cosa se durante una stessa unità di tempo le acque sono distese come un velo sulla superficie calcarea; oppure se stanno raccolte in una grande cavità carsica.

Quanto maggiore è la superficie di contatto tanto maggiore è la quantità di sali che possono venire solubilizzati dalle acque meteoriche.

In ciò, come vedremo, riposa pure la causa fondamentale della diversità che sussiste fra la composizione chimica delle acque fluviali e quelle freatiche di uno stesso corso d'acqua.

III. - Le caratteristiche chimiche della sorgente dell' Isonzo paragonate con quelle di altre sorgenti carsiche del goriziano.

1. - Considerazioni generali.

Nota la composizione chimica delle acque della sorgente dell'Isonzo viene spontaneo il chiedersi se la loro grade purezza (chimica) sia una caratteristica specifica di questa sorgente oppure se essa rappresenti un fenomeno piuttosto comune alla maggior parte delle sorgenti che hanno il loro bacino di alimentazione in rocce calcaree di natura più o meno carsica.

Viene altresì spontaneo il chiedersi quale sia il motivo di tale purezza dato che, a prima vista, come del resto era un tempo timore generale, pareva logico supporre che le acque provenienti da rocce calcaree avrebbero dovuto possedere un elevato grado di durezza per la quantità di carbonati di calcio solubilizzati dalle acque nell'attraversare queste masse calcaree.

Credo però che allora non si valutasse nella giusta misura un altro importante fattore della circolazione delle acque in ambienti carsici, consistente nella rapidità normale del loro deflusso per le grandi vie aperte già da tempo nel complesso roccioso. Fessure e inghiottitoi carsici portano infatti rapidamente le acque di scorrimento superficiale in più vaste cavità sotterranee che a lor volta le scaricano all'esterno in forma di sorgenti o di risorgenti.

Accanto alla filtrazione lenta che alimenta lo stillicidio e che maggiormente satura le acque con basi alcalino-terrose, nelle contrade carsiche, v'è una grande quantità di acqua piovana che scorre alla superficie del suolo e che, trovato un inghiottitoio si inabissa per riaffiorare, in genere, in tempo relativamente breve, nelle sorgenti.

Questa massa d'acqua non ha tempo sufficiente per intaccare la roccia calcarea e mantiene quindi un relativo grado di purezza.

Nulla di preciso si può tuttavia dire circa il grado di durezza che possono presentare le acque delle sorgenti carsiche dato che esso può essere notevolmente influenzato, secondo i casi, sia dall'intensità dei periodi piovosi (e quindi dalla massa d'acqua caduta sull'unità di superficie), sia dalla configurazione della circolazione interna che

sorgente di Fontefredda (Merzlek).

Sorgente principale			Sorgente Comunale	Sorgente Comunale	Sorgente Ceconi	Sorgente Intermittente alta	Sorgente Intermittente bassa
(1903)	15-10-1903	28-10-1903	(1904)	(1904)	(1904)	16-9-1904	16-9-1904
809	—	—	—	—	—	—	—
508	—	—	—	—	—	—	—
7.2	6.4	6.5	7.04	6.28	6.85	6.12	6.30
—	0.57	1.72	1.65	1.60	1.75	1.35	1.30
17.96	15.43	15.70	16.20	15.18	15.82	15.06	15.20
6.58	—	—	—	—	—	—	—
0.46	—	—	—	—	—	—	—
0.10	—	—	—	—	—	—	—
2.02	—	—	—	—	—	—	—
0.20	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
—	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
—	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	tr.	ass.
—	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
5.5							

2. Sorgente del Liach

Scaturisce ai piedi dell'altipiano di Tarnova nella nota bassura che si stende fra Aisovizza e Sambasso. È alimentata dalla soprastante massa calcarea tarnovana sospinta da complessi movimenti tettonici sulla formazione arenaceo-marnosa eocenica che ammanta la valle del Vipacco.

Le acque della sorgente analizzate dall'Istituto il 27 ottobre 1903 (analisi N. 5307 di DEVARDA) avevano una composizione molto affine a quelle dell'Isonzo. La loro durezza era infatti di solo 4.5 gradi tedeschi data quasi esclusivamente da carbonati di calcio. Si deduce dunque che anche in questo caso l'infiltrazione delle acque meteoriche deve essere rapida e seguente vie ampie e ben modellate.

La temperatura delle acque alla sorgente era di 10°5 C (temperatura dell'aria 18°6 C).

3. Sorgente Vitouseg

Poco più a oriente delle sorgenti del Liach sgorga, al limite dell'Eocene, poco sopra le ultime case del villagio di Vitulje, a circa 418 m. d'altitudine una sorgente della portata di circa 700 m^3 giornalieri. La sua temperatura, misurata il 10 luglio 1887 fu di 11° C (8°8 R).

Un'analisi sommaria eseguita all'Istituto di Gorizia diede per essa una durezza di 4.8 gradi tedeschi ed un residuo fisso a 180° C di 10 grammi per ettolitro di acqua. (COMELLI - Op. cit. pag. 141).

4. Sorgenti di San Paolo

Scaturiscono pure esse ai piedi dell'altipiano di Tarnova, ma più in alto, a circa 450 m. s. m., sopra Vertovino, attorno ad un picco calcareo isolato alto 525 m. s. m. sul quale sorgeva una piccola chiesetta che lasciò a quel luogo l'eredità del suo nome.

Le sorgenti - come scrive il COMELLI che le studiò accuratamente - che più interessano sono tutte a sinistra del picco ed abbracciano una linea di ottocento metri; si raccolgono in due rami principali che poi si uniscono sotto Vertovino dando origine al torrente Vertovinski.

Le sorgenti sono sette, tre delle quali più abbondanti e costituenti il ramo di sinistra. La principale esce dalla roccia viva al limite delle marne eoceniche. Localmente veniva chiamata *Preiorat* o *dello speco*.

sorgente di Fontefredda (Merzlek).

Sorgente principale			Sorgente Comunale	Sorgente Comunale	Sorgente Ceconi	Sorgente Intermittente alta	Sorgente Intermittente bassa
(1903)	15-10-1903	28-10-1903	(1904)	(1904)	(1904)	16-9-1904	16-9-1904
809	—	—	—	—	—	—	—
508	—	—	—	—	—	—	—
7.2	6.4	6.5	7.04	6.28	6.85	6.12	6.30
—	0.57	1.72	1.65	1.60	1.75	1.35	1.30
17.96	15.43	15.70	16.20	15.18	15.82	15.06	15.20
6.58	—	—	—	—	—	—	—
0.46	—	—	—	—	—	—	—
0.10	—	—	—	—	—	—	—
2.02	—	—	—	—	—	—	—
0.20	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
—	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
—	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	tr.	ass.
—	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
5.5							

6. Sorgenti dell' acquedotto di Vipacco.

Da una relazione presentata da A. de VARDA al Consiglio provinciale di Sanità il 14 aprile 1928, relazione conservata nell'archivio di questo Istituto, si apprende che Vipacco e Verpogliano disponevano di un acquedotto della portata giornaliera di 80 m^3.

In seguito alle aumentate esigenze della popolazione l'ing. CARLO RIZZOLI di Bologna, per incarico del Comune di Vipacco, presentava un progetto di acquedotto per i suddetti due Comuni nel quale si prospettava l'allacciamento alla sorgente dell'acquedotto già esistente di due nuove sorgenti di maggior portata che scaturivano poco distanti dalla prima. Così rinforzate, le tre sorgenti, in periodo di magra, avrebbero dato complessivamente in media 4.7 litri al secondo pari a 406 m^3 giornalieri di acqua.

Più tardi ad esse si aggiunse ancora l'acqua di una nuova sorgente captata nelle vicinanze, ossia nella regione di Puscava, all'altezza di 300 m.s.m. e denominata «Quota 300».

La sorgente non era perenne, aumentava considerevolmente la sua portata durante i periodi di pioggia sgorgando tuttavia sempre limpidissima.

Negli archivi dell'Istituto ho trovato analisi delle seguenti sorgenti del Vipacco senza tuttavia potermi fare una precisa idea sulla loro esatta ubicazione e condizioni geoidrologiche:

1. Sorgente principale detta «Sotto la roccia» situata sul pendio boschivo sottostante alla parete rocciosa del Kouk.

2. Sorgente detta «Pusava» distante in linea d'aria 100 m ad oriente della prima.

3. Sorgente «Quota 300».

4. Bacino di presa della sorgente o delle sorgenti che alimentano l'acquedotto di Vipacco, situato a circa 200 m a oriente della sorgente «Pusava».

5. Sorgente «pod škálam v Puščah» per l'acquedotto «Vrhpolje-Duplje pri Vipavi» analizzata il 21 maggio 1912 dalla Stazione chimico-agraria di Lubiana.

6. Sorgente Pod Lipca, ritenuta nel 1903 quale la migliore sorgente del Vipacco. Consegnata il 24 febbraio 1903 si hanno di essa solo i dati essenziali riguardanti la potabilità. Si distingue dalle altre per la mite durezza (analisi N. 4978).

Tutte queste sorgenti hanno una natura carsica; sono alimentate dalle masse calcaree e più limitatamente dolomitiche, che costituiscono il soprastante altipiano della Selva di Piro pur esso sospinto sugli antestanti substrati eocenici marnoso-arenacei della Valle del Vipacco.

Tutte queste acque hanno una speciale caratteristica comune, quella cioè di possedere un notevole grado di durezza (circa 12 gradi) dato da carbonati di calcio e in minor misura da carbonati di magnesio; di esser fornite di sensibili quantità di solfati e di avere in certi casi temperature molto basse.

Sotto questo riguardo mi permetto tuttavia di dubitare sull'esattezza della temperatura di 2°4 riscontrata il 2 ottobre 1927 nelle sorgenti «Sotto la roccia» pur conoscendo per esperienza personale quanto siano fredde le acque del Vipacco alle sue sorgenti, tali da conferire a questo corso d'acqua già dall'antichità il nome di *Frigidus*.

E ancora più significativa è questa osservazione se si paragonano le analisi delle sorgenti «Sotto la roccia» con quella di «Pod skalam», che sono omonime e che di conseguenza dovrebbero indicare una stessa sorgente. La temperatura dell'acqua viene data in 12° C; la composizione chimica è fondamentalmente la stessa trattandosi di acque più diluite, ma con lo stesso rapporto fra le basi alcalino-terrose e proporzionalmente pure di residuo secco e di durezza.

Mi sia permesso ancora di ricordare come nell'estate 1925 prestando servizio militare in un battaglione del 1° Regg. Fanteria distaccato a Vipacco, mi si era offerta una propizia occasione per esplorare le grotte e le cavità carsiche situate alla base dell'altipiano della Selva di Piro [1]). Ho potuto fare altresì la seguente osservazione su una delle sorgenti accessorie del Vipacco [2]).

Dopo un lungo periodo siccitoso, nella seconda metà di giugno (1925) un breve, ma violento temporale investì alle ore 10 la zona di Vipacco. Alle ore 18 feci un sopraluogo alla polla che sgorga presso le ultime case del paese vicino alla strada carrozzabile che guida a S. Vito. L'acqua usciva ancora limpida e tranquilla senza il minimo segno di incremento; al mattino seguente, invece, essa sgorgava con grande violenza e torbida.

---

[1]) Purtroppo le osservazioni sono ancora troppo incomplete per formare oggetto di una memoria.

[2]) La sorgente principale (attorno alla quale allora si allineavano i tavoli della trattoria «Podskala») sgorga ai piedi di una massa rocciosa calcarea che manifesta evidenti le traccie di cedimenti interni assumendo pertanto una foggia intermedia fra quella del canalone e della conca.

Questa osservazione darebbe adito alla seguente deduzione: La polla non sarebbe alimentata, almeno in modo prevalente, dalla zona immediatamente adiacente dato il ritardo della sua intumescenza. Sarebbe invece più logico ritenere che le acque provengano dal soprastante altipiano nel quale si inabissano con relativa rapidità; scorrendo poi sul substrato eocenico impermeabile si caricherebbero di sostanze argillose di torbida.

7. Sorgenti situate sul Carso Goriziano.

a) Sorgente di S. Daniele del Carso.

Il 17 settembre 1929 si prelevò l'acqua derivata da una sorgente che si desume esser stata molto modesta, nella frazione di Cobdil Superiore - S. Gregorio nel comune di S. Daniele del Carso.

La sorgente scaturiva a SO del paese vicino ad un viottolo campestre, un metro e mezzo sotto la via, e veniva raccolta in una buca aperta e profonda circa 2 metri.

In questo bacino di presa - e quindi non direttamente alla sorgente - fu tolto il campione analizzato. Ciò spiega l'elevata temperatura dell'acqua (15° C) e fors'anche la sua ricchezza in cloruri e in solfati tanto più che non viene escluso un inquinamento con acque stagnanti esistenti nelle vicinanze.

Ciò nonostante un tanto non influisce su quanto a noi maggiormente interessa conoscere, ossia la durezza e i rapporti fra le basi alcalino-terrose. Le acque sono molto dure ed i sali in soluzione dati quasi esclusivamente dal calcio.

b) Sorgente di Brestovizza della Valle.

Scaturisce sul ripido pendio, circa 400 m a nord della casa segnata allora col N. 120 del paese di Brestovizza Superiore.

Il Carso è qui costituito di rocce calcaree e dolomitiche il che spiega forse l'elevata compartecipazione dei sali di magnesio. La durezza dell'acqua tuttavia è mite (7.1 gradi); alta è viceversa la temperatura dell'acqua prelevata il 25 novembre 1927 misurando ben 17° C (temperatura dell'aria 17°8 C).

c) Sorgente di Doberdò.

Il COMELLI che il 18 settembre 1886 aveva visitato il lago di Doberdò notava che «l'acqua abbondantissima che vi scaturiva, dopo

TAB. V

Caratteristiche chimiche di sorgenti di tipo carsico del

Località	Sorgenti di Chiapovano				Sorgente del Liak	Sorgente di S. Paolo	Sorgente del Hubel (Aidussina)			Sorgenti per l'acquedotto di			
										Sorgente „Sotto Roccia"	Sorgente „Pusava"	Sorgente „Q. 300"	Bacino di presa
Data	(5-12-1885)	5-12-1885	23-8-1899	6-1903	27-10-1903	22-7-1887	(1903)	1-9-1904	22-12-1909	2-10-1927	2-10-1927	30-7-1929	2-10-1927
Temperatura dell'acqua (in gr. C)	9°4	9°4	—	—	10°5	10°4	8°3	—	—	2°4	4°	12°3	14°
Temperatura dell'aria (in gradi C)	4°5	4°5	—	—	18°6	—	22°	—	—	19°	17°3	20°2	17°4
Durezza totale (in gradi tedeschi)	9.5	10.1	9.42	9.7	4 5	5.4	8.5	5.5	6.1	12.7	13.6	11.75	12.8
Su 100.000 parti di acqua: (grammi per ettolitro)													
Sostanza organica	ass.	ass.	0.58	0.72	0.80	ass.	3.50	0.75	1.45	0.27	0.41	tr.	0.58
Residuo fisso a 100°C.	18.60	18.40	17.91	18.80	—	11.10 (a 180° C)	13.48 (a 105° C)	13.75	13.26	22.38 (a 180° C)	25.04 (a 180° C)	22.32 (a 180° C)	28.12 (a 180° C)
Ossido di calcio	—	—	4.95	5.15	4.50	3.82	7.28	—	—	9.33	10.60	8.85	10.10
Ossido di magnesio	—	—	3.19	3.25	tr.	1.08	0.83	—	—	2.44	2.21	2.09	1.98
Ossidi di ferro e di alluminio	—	—	0.11	—	—	tr.	—			ass.	ass.	ass.	ass.
Anidride silicica	—	—	0.09	—	—	0.04	—			0.43	0.58	0.37	0.67
Anidride solforica	tr.	tr.	ass.	tr.	tr.	0.06	—	tr.	tr.	1.02	0.98	tr.	0.95
Ammoniaca	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	—	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
Nitriti	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	—	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
Nitrati	ass.	ass.	ass.	ass.	tr.	ass.	—	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	as .
Cloro	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	0.16	0.03	tr.	tr.	ass.	ass.	ass.	ass.

Goriziano.

Vipacco		Sorgente di S. Daniele del Carso	Sorgente di Brestovizza	Sorgente di Doberdò	Sorgenti del Timavo a S. Giovanni di Duino		
Sorgente „Pod Skalam"	Sorgente „Pod Lipca"				I RAMO (vicino alla chiesa).	II RAMO	III RAMO (il maggiore)
21-5-1912	24-2-1903	17-9-1929	25-11-1927	5-10-1890	8-3-1907	8-3-1907	8-3-1907
12°	8°	14°9	17°	—	10°	10°	10°
24°	—	22°9	17°8	—	12°2	12°2	12°2
10.33	6.9	19°48	7.1	8.58	9.64	9.65	9.71
—	1.08	2.16	0.42	—	—	—	—
20.56 (a 120° C)	16.10	39.10	13.48 (a 180)	17.38 (a 110° C)	21.00 (a 110° C)	20.50 (a 110° C)	20.20 (a 110° C)
7.72	—	18.38	3.91	5.66	8.56	8.60	8.69
1.87	—	0.80	2.32	2.09	1.07	1.06	1.02
0.48	—	ass.	tr.	—	0 16	0.18	0.16
0.04	—	0.56	0.42	1.41	0.34	0.34	0.32
0.40	tr.	2.67	1.42	1.24	1.49	1.33	1.60
ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	tr.	tr.	tr.
0.88 (Na Cl)	tr.	1.29	ass.	0.60	0.80	0.80	0.80

tanta siccità, ancora quel giorno» aveva una temperatura di 10°5 C mentre l'aria segnava 24° C. (Op. cit. pag. 147).

Le scaturigini provenivano tutte dal lato nord; lo scarico si effettuava mediante una voragine sul lato opposto, che tuttavia, in periodo di forte piena, non riusciva a smaltire tutta l'acqua ed il lago si innalzava allora di circa 6 metri.

Circa la provenienza di queste acque egli riteneva che giungessero da molto lontano, ossia «molto alti e molto lontani sui monti, ben al di là dei primi altipiani che sovrastano quel lago». Riteneva che il corso dovesse esser molto ripido per poter conservare quella bassa temperatura.

Successive esperienze, che qui sarebbe troppo lungo ricordare, poterono invece dimostrare che il Vipacco è in relazione con i laghi di Doberdò che raggiunge per via sotterranea infiltrandosi nella massa calcarea del Carso dopo Vertoce. Così pure si potè constatare che le acque del lago sono in comunicazione anche con quelli di Sablici, Pietra rossa e con le sorgenti del Timavo.

Le acque della sorgente di Doberdò prelevate il 5 ottobre 1890 furono analizzate a Trieste e riportate dal TIMEUS nel citato lavoro del 1910 (*Studi in relazione*, ecc.).

Ci pare altresì importante togliere da questa pubblicazione la composizione delle sorgenti del Timavo, sebbene per la loro ormai nota origine si differenzino da quella delle più comuni sorgenti carsiche.

IV. - Acque freatiche.

L'Isonzo, come tutti gli altri fiumi friulani, nel suo deflusso verso il mare, perde un'ingente quantità di acqua, specialmente in corrispondenza del suo letto ghiaioso o del tratto ghiaioso della pianura che attraversa.

Basti ricordare come accurate ricerche eseguite nel 1922 hanno potuto constatare che l'Isonzo perde nel solo tratto Piedimonte-Sagrado, che è di circa 13 Km, ben due terzi della sua portata di magra.

Queste acque si infiltrano, evidentemente, nella massa alluvionale ghiaiosa del letto stesso dell'Isonzo e della pianura latistante espandendosi ai lati ed in profondità con rapidità maggiore o minore secondo la permeabilità offerta nei vari punti del complesso alluvionale e di quella del substrato sul quale esso riposa.

Queste acque che imbevono la massa alluvionale vengono così, in effetti, a scindersi o a costituire diverse falde acquifere, che sono in definitiva le vie lungo le quali le acque di infiltrazione trovano più facile movimento nel loro deflusso.

Le acque fluviali non sono però le sole ad alimentare queste falde acquifere della pianura. Si uniscono ad esse quelle meteoriche che vengono assorbite e smaltite in profondità dai terreni agrari soprastanti; quelle che vi si infiltrano in dipendenza da altri corsi d'acqua minori (rivi e ruscelli che attraversano e che si perdono nella pianura - *lavie* -) o maggiori; quelle che possono rappresentare una condensazione di umidità atmosferica [1]); ecc.

Le caratteristiche chimiche delle acque freatiche saranno a lor volta in relazione anzitutto con quelle originarie della falda alimentante e della composizione chimico-mineralogica della massa alluvionale attraversata; poi con la quantità e con la qualità dei diversi contributi ricevuti; infine con la durata di contatto con i materiali alluvionali attraversati nel senso di una maggiore possibilità offerta alle acque di solubilizzare da essi e quindi di arricchirsi con altre varie sostanze.

Ricorderemo ancora che per le leggi generali stesse delle costruzioni alluvionali nella pianura, ossia per il noto fenomeno della deposizione dei materiali più grossolani a monte e dei più sottili a valle, in seguito

---

[1]) Nota è in riguardo la vecchia teoria del VOLGER sull'origine delle acque freatiche per condensazione dell'umidità dell'aria negli strati interni della terra.

al quale si originarono le così dette Alte e Basse pianure, ghiaiose le prime e sabbioso-argillose le seconde, le falde freatiche in deflusso sotterraneo verso il mare vengono vieppiù ostacolate nel loro movimento. Giunte al limite di transizione fra le alluvioni ghiaiose e quelle sabbioso-argillose sono costrette in parte ad affiorare e a proseguire con un corso libero superficiale il loro cammino verso il mare.

Hanno così origine le *risorgive* che sgorgano lungo il limite predetto sviluppandosi sia quasi inavvertitamente da aree palustri, sia da caratteristiche polle sorgentifere che qualora abbiano forma circolare sono dette *òlle* o, con termine locale, «bullione».

Un'altra parte delle acque freatiche trova in profondità ulteriori vie di deflusso in vene ghiaiose o comunque in materiali più permeabili che alternano di regola ai sedimenti più argillosi e quindi impermeabili o comunque meno permeabili. Esse vanno pertanto a costituire falde acquifere più profonde che di solito sono dotate di una artesianità più o meno spiccata. Incontrate, cioè, con trivellazioni risalgono più o meno energicamente alla superficie sorpassandone di regola il livello della pianura.

1. Acque freatiche di presumibile più diretta infiltrazione dell'Isonzo.

Facciamo rientrare in questo concetto le acque di più diretta travenazione dell'Isonzo che affiorano sia nel suo letto stesso, sia nelle sue costruzioni alluvionali più recenti.

La vecchia costruzione pleistocenica dell'Isonzo che ha dato origine alla pianura goriziana e gradiscana è stata in seguito erosa da acque entrate in fase terrazzante. Sia durante la fase cataglaciale del Würmiano, sia principalmente durante il Postglaciale le acque che andavano vieppiù infossandosi nelle precedenti alluvioni aprivano a valle un nuovo cono di deiezione, più recente, che oggi vediamo stendersi fra il Carso e circa Gradisca-Romàns-Cervignano.

L'Isonzo scorre su esso pensile o lievemente infossato contenuto da robusti argini nei periodi di grande piena.

Evidentemente gran parte delle acque che l'Isonzo perde in questo ultimo suo percorso vanno ad alimentare le risorgive ed i pozzi di questo lembo di pianura. Essi dovrebbero risentire in modo spiccato le variazioni di portata del fiume stesso, presentando cioè, notevoli e rapide oscillazioni di livello durante i periodi di piena o di magra dell'Isonzo. La caratteristica chimica delle acque dovrebbe altresì essere molto vicina a quella di detto fiume. Entrambe queste manifestazioni

dovrebbero avere un'intensità decrescente via via che ci si allontana dalla sorgente di alimentazione facendo tuttavia presente che tale alimentazione non sempre può aver luogo in senso direttamente laterale, ma anche partendo da località situate più a monte e da qui irradiantisi a ventaglio verso Sud.

Per lo studio delle acque più immediatamente subalvee dell'Isonzo possono interessare le analisi eseguite alla presa del vecchio acquedotto di Gorizia a Straccis, in corrispondenza dell'impianto di sollevamento situato in località detta «Boschetto».

Già si è detto che l'acquedotto di Straccis era alimentato dalla così detta «Acqua della Boschetta» che scaturisce su di un'isoletta bagnata da un lato dall'Isonzo e dall'altro dalla gora derivata dal fiume [1]).

Lungamente l'origine di quest'acqua fu ritenuta incerta in quanto che alcuni la consideravano più semplicemente acqua dell'Isonzo filtrante attraverso i banchi di ghiaia del fiume; altri, invece, sostenevano trattarsi di acqua freatica, o di sottosuolo, ivi affiorante [2]).

Contro quest'ultima opinione il BRESADOLA giustamente faceva osservare che quest'acqua, che veniva raccolta in un pozzo scavato a pochi metri dall'acqua dell'Isonzo destava per lo meno il sospetto di poter essere pure in comunicazione con acque di travenazione fluviale dato il suo variare di temperatura (se pure non molto accentuato) e il suo livello inferiore, sia pure di poco, a quello dell'Isonzo e mai a questo superiore [3]).

Viceversa il BRAMO rilevava come la temperatura di quest'acqua oscillasse fra 12°2 e 13° C (osservazioni del 15 maggio 1893 e del 14 ottobre 1899) e come essa si manteneva indipendente dalle modificazioni di temperatura tanto dell'aria che del fiume Isonzo. L'acqua, poi, non subiva le torbide di quest'ultimo, ma era limpida, incolora ed inodora [4]).

Come vedremo il confronto delle caratteristiche chimiche di queste acque con quelle dell'Isonzo e con quelle freatiche del sottosuolo della pianura goriziana parla nettamente in favore di un'origine per diretta

---

[1]) BRAMO - Op. cit. pag. 36.

[2]) Cfr. BRAMO - Op cit. pag. 36; COMELLI - Op. cit. pag. 117; BRESADOLA - Op. cit. (1902) pag. 35 e (1903) pag. 12.

[3]) BRESADOLA - Op. cit. (1902) pag. 35. - In una successiva pubblicazione il BRESADOLA fa presente che da informazioni prese dal capo operaio che aveva eseguito il pozzo della Boschetta e dall'ing. HARDMEYER, direttore dell'allora Cotonificio di Strazig sarebbe risultato che l'acqua della Boschetta sarebbe «acqua del sottosuolo, colla quale probabilmente si mescola acqua filtrata dell'Isonzo». *(Discussioni* ecc. pag. 12).

[4]) Op. cit. pag. 37.

infiltrazione delle acque isontine; questa filtrazione non deve essere tuttavia necessariamente immediata perchè può avvenire anche più a monte dando poi luogo ad una specie di rinascimento.

Si potrebbe così spiegare la sua ordinaria limpidezza e la relativa costanza di temperatura, sebbene riguardo alla effettiva consistenza di queste acque siano necessarie più sistematiche osservazioni.

Accanto alle analisi riportate nella seguente tabella abbiamo notizie di due altre analisi sommarie eseguite su prelevamenti effettuati il 20 ottobre 1891 e il 25 novembre 1893. (Analisi registrate ai N. 588 e 1002).

Dai dati che abbiamo a disposizione sarebbe lecito dedurre la costanza della composizione. La durezza infatti sarebbe in entrambi i casi di 7.1 gradi tedeschi; il residuo fisso sarebbe in un caso di 16.28 a 100° C e nell'altro campione di 15.00 a 160° C.

Nel 1902 la stessa acqua fu analizzata dall'Istituto chimico del Politecnico di Vienna con analoghi risultati [1]).

Sulle caratteristiche delle acque di più diretta infiltrazione laterale dell'Isonzo sul suo più recente cono di deiezione ci possono servire di indizio le analisi seguite su un'acqua sollevata con pompa Northon a Pieris [2]).

Nel 1886 (9 aprile) si esaminarono sommariamente anche le acque del Pozzo Comunale e del Pozzo Canal di S. Pietro d'Isonzo. Di esse sappiamo solo che la loro durezza era di 6.4 e di 6.5 gradi tedeschi ed il residuo fisso di 12.99 e rispettivamente di 13.64 [3]).

Non avendosi alcuna ulteriore notizia in riguardo che ci potesse far maggior luce e per giustificare tale maggior diluizione delle acque si deve presumere l'influsso di acque meteoriche di più diretta infiltrazione o conseguenti ad un'originaria variazione di quelle dell'Isonzo in seguito a piena straordinaria.

Possono altresì servirci di guida altre analisi di acque derivate da falde freatiche di evidente alimentazione isontina attinte a circa 22 m di profondità in un pozzo situato a Villesse e a circa 18.5 m di profondità in un altro sito a Gradisca; lo stesso si potrebbe forse anche dire per le acque prelevate in quest'ultima località nel pozzo dell'azienda Fratelli Mucchiut.

---

[1]) BRAMO - Op. cit. Pag. 37.

[2]) Analisi registrata col N. 3056 del 1899. Essa viene riportata, senza riferimenti pure a pag. 46 della pubblicazione geoagronomica di questo Istituto (1938).

[3]) Non si specifica a quale temperatura. (An. N. 306).

TABELLA VI **Caratteristiche chimiche delle acque freatiche di presumibile più diretta infiltrazione isontina.**

Località	Boschetta di Straccis		Villesse a 22 m di profondità	Pieris a 24 m di profondità	Gradisca a 18.5 m di profondità	Gradisca Pozzo F.lli Mucchiut	Muscoli (Pompa Northon)
Data	1899	1902	1899	1899	1899	2-10-1930	1899
Durezza totale (in gradi tedeschi)	7.78	8.10	9.27	8.46	9.86	11.78	11.41
Su 100.000 parti di acqua: (Grammi per ettolitro)							
Sostanza organica	0.69	—	1.00	1.54	0.42	2.08	0.22
Residuo fisso a 100 ⁰ C.	15.10	15.29	18.61	16.53	19.30	22.28	22.15
Ossido di calcio	5.85	6.08	7.03	6.30	7.40	9.09	6.97
Ossido di magnesio	1.38	1.46	1.60	1.54	1.76	1.94	3'17
Ossidi di ferro e di alluminio	—	—	—	—	—	—	—
Anidride silicica	—	0 68	—	—	—	0,33	—
Anidride solforica	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	ass.
Ammoniaca	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
Nitriti	ass.	0.1 (U2 O3)	tr.	tr.	ass.	ass.	tr.
Nitrati	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
Cloro	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	0.63	tr.
Acido carbonico	—	6.16	—	—	—	—	—

TABELLA VII **Caratteristiche chimiche di risorgive della Bassa pianura goriziana in destra Isonzo.**

Località	Fra Villavicentina e Aquileia	Scodovacca	Cervignano	Strassoldo
Data	1899	1899	1899	1899
Durezza totale (in gradi tedeschi)	11.50	10.34	11.44	11.92
Su 100.000 parti di acqua: (Grammi per ettolitro)				
Sostanza organica	1.05	0.87	1.18	0.66
Residuo fisso a 100° C	22.43	20.15	21.94	23.00
Ossido di calcio	8.22	7.30	6.92	7.62
Ossido di magnesio	2.34	2.17	3.23	3.07
Ossidi di ferro e di alluminio	—	—	—	—
Anidride silicica	—	—	—	—
Anidride solforica	tr.	tr.	tr.	tr.
Ammoniaca	ass.	ass.	ass.	ass.
Nitriti	ass.	ass.	tr.	ass.
Nitrati	ass.	ass.	ass.	ass.
Cloro	tr.	tr.	tr.	tr.

Come si vede ben minime sono le differenze che intercorrono fra le caratteristiche chimiche delle acque dell'Isonzo e quelle di queste falde freatiche più superficiali, il che ci dimostra l'intima connessione fra entrambe.

Se ora estendiamo le osservazioni sulla composizione chimica delle acque che sgorgano dalle polle di risorgiva situate in destra Isonzo non possiamo fare a meno di ricordare come le conoscenze geo-pedologiche che si hanno su questo tratto di Bassa pianura goriziana ci dicano come essa non si sviluppi regolarmente dall'Alta pianura, similmente a quanto si verifica nella vicina pianura centrale friulana, ma che è stata variamente influenzata e talora sovrapposta dalle più recenti alluvioni dell'Isonzo facenti capo al citato cono di deiezione postglaciale che si apre a ventaglio a sud di Gradisca.

Via via che ci si allontana dall'Isonzo è quindi facile che la falda freatica di più diretta alimentazione isontina sia pure investita da altre acque freatiche discendenti dall'Alta pianura in destra Isonzo o di più lontana provenienza (Torre).

È facile comprendere quanto potrebbe essere interessante uno studio sistematico di queste acque inquadrato nella cornice delle ora citate possibilità.

Ecco intanto cosa si può desumere dalle analisi che abbiamo a nostra disposizione e che riuniamo nella seguente tabella.VII.

1. Rispetto alle acque dell'Isonzo in tutte le polle esaminate si nota un aumento del grado di durezza delle acque e con esso quello delle percentuali dei carbonati di calcio e di magnesio in esse disciolte.

2. Nelle risorgive situate a oriente di Cervignano il rapporto fra calcio e magnesio è più largo che non in quelle che sgorgano a ponente di questa cittadina [1]).

3. Questi dati possono essere ancora più significativi se si pongono in relazione con quelli che riguardano la composizione delle acque più profonde (falde artesiane) di questa zona.

L'identità di composizione potrebbe farci supporre che il Fiume di Terzo segni ad un di presso il limite fra quelli raggiunti in prevalenza

---

[1]) A titolo di informazione si segnala che una polla nei pressi di Cervignano ha dato una composizione del tutto anormale ossia 6.78 di CaO e 0.41 di MgO (Analisi registrata al N. 3047).

Riteniamo tuttavia trattarsi di errore dato che il residuo fisso a 100° è di 21.69, simile dunque a quello delle altre polle. Nè deve darsi eccessivo valore alla coincidenza del contenuto in basi alcalino-terrose con quello della durezza riscontrata che è di 7.35. Non è infatti specificato se questo dato sia stato effettivamente ottenuto oppure sia stato calcolato come frequentemente allora si praticava.

da una falda più orientale maggiormente influenzata dall'Isonzo e da un'altra più occidentale da essa indipendente.

Va da sè che su questo problema sono necessarie ulteriori indagini.

2. Falde freatiche dell' Alta pianura goriziana.

Le acque che filtrano nello spessore delle alluvioni ghiaiose che costitutiscono l'Alta pianura goriziana vengono prima o poi ostacolate nella loro discesa. L'originaria direzione del movimento che in un primo tempo avveniva in senso prevalentemente verticale tende di conseguenza a trasformarsi in un'altra prevalentemente laterale od orizzontale. Le acque, cioè, addensandosi sull'orizzonte meno permeabile tendono a defluire lungh'esso verso la soglia più bassa di richiamo.

La natura di questi orizzonti impermeabili o meno permeabili, nel complesso alluvionale, può essere varia potendosi trattare tanto di materiali più sottili, limoso-argillosi, quanto di orizzonti di cementazione (banchi di conglomerato); come pure dei complessi rocciosi che costituiscono il basamento del materasso ghiaioso.

La presenza e l'influenza di questo substrato geologico può avere notevole importanza nel Goriziano essendo costituito da rocce marnoso-arenacee dell'Eocene medio, per lo più a facies di *flysch*, e quindi impermeabili.

La profonda incisione effettuata dall'Isonzo allo sbocco della sua valle ha messo in luce queste rocce dopo aver attraversato tutta la coltre ghiaiosa precedentemente deposta ed in esse è andato vieppiù infossandosi. Alte sponde di marne e di arenarie accompagnano così il suo letto fin sotto Gorizia rendendo molto problematica, in questo tratto, la possibilità di una alimentazione, per travenazione, delle falde freatiche della pianura.

Molto probabilmente quindi nel tratto situato a monte di Gorizia queste ultime dipenderanno, in modo prevalente, da acque meteoriche e da quelle dei ruscelli che scendendo dalle attigue colline hanno modo di infiltrarsi nel materasso ghiaioso della pianura.

Uno studio razionale sulle caratteristiche geologiche ed idrologiche delle falde freatiche del Goriziano è opera ancora da eseguirsi.

Ricorderemo tuttavia come in vista di un'eventuale possibilità di sfruttare queste acque di sottosuolo per il rifornimento idrico di Gorizia si fosse dato inizio a quelle più dettagliate ricerche che si trovano esposte nel progetto dell'ing. SMREKER in data 1892.

Non abbiamo potuto esaminare questo studio rimasto inedito; sappiamo solamente che il TARAMELLI riferendosi a tale progetto lo dice accompagnato da una carta colle curve del livello freatico per la pianura di Gorizia, dalla quale si apprende l'esistenza di un piano acquifero che dai 65 m.s.m. declina, dapprima molto accentuatamente e indi più dolcemente, alla quota di 35 m, verso un'area più bassa, a guisa di conca, situata a levante di S. Andrea.

Egli nota altresì che l'esistenza di un pendio del livello freatico divergente dall'Isonzo potrebbe attribuirsi al fatto che il fiume attraversando alluvioni incoerenti o conglomerati imperfettamente cementati, alimenta esso medesimo questo *aves* qualora detto pendio non sia causato da sottostanti rocce eoceniche. Rileva altresì che analoga irregolarità del livello freatico si riscontra anche nella regione tra Cormòns e Borgnano che il TELLINI la attribuiva per l'appunto al substrato eocenico poco o punto permeabile [1]).

A quanto ora detto dal TARAMELLI fa contrasto ciò che scrive il BRESADOLA riferendosi allo stesso progetto dell'ing. SMREKER. Egli infatti fa presente come dal rilievo del livello dell'acqua sotterranea risulti che essa si muove generalmente nella direzione dalle montagne verso il fiume Isonzo [2]).

La profondità della falda freatica normale nella pianura varia evidentemente anche con la configurazione del substrato eocenico impermeabile; ove esso si avvicini alla superficie determina un riavvicinamento ad essa della falda e viceversa.

Il BRAMO ricorda un pozzo a S. Andrea profondo 47 m che in autunno dava solo scarsa acqua e viceversa lo scavo di un altro a Gorizia in Via Ponte Nuovo (N. 44) che a 14,5 m di profondità aveva già incontrato il substrato arenaceo- marnoso eocenico e una buona falda freatica [3]).

Sulla rapidità di filtrazione delle acque nel materasso ghiaioso in corrispondenza di quest'ultimo pozzo merita ricordare un particolare citato dal BRAMO. Egli infatti fa presente come quest'acqua, sempre buona per molti anni manifestava in seguito un sapore ingrato.

Analizzata il 3 dicembre 1902 si riscontrava in essa un contenuto in cloro, espresso come cloruro di sodio, di 7.98 grammi per ettolitro che tosto saliva a 12.28 grammi il 17 marzo 1903. La causa di questo

---

[1]) TARAMELLI - *Risposte ad alcuni quesiti* ecc. pag. 38 - 39.
[2]) BRESADOLA - *Il provvedimento dell'acqua* ecc. pag. 23.
[3]) BRAMO - 1903 pag. 39.

inquinamento era dovuta al fatto che sul terrazzo (alluvionale) sovrastante, sei metri più alto, s'era installato un lavoratorio di cordaiuoli che versava nel terreno le soluzioni cloridriche usate per imbianchire la canape. In pochi mesi dunque il cloro era riuscito ad attraversare uno spessore complessivo di 20 metri di alluvioni ghiaiose inquinando la sottostante falda freatica.

Per quanto riguarda le caratteristiche chimiche della falda freatica della pianura goriziana faremo presente che in proposito furono eseguite su di essa gran numero di analisi dall'Istituto chimico agrario sperimentale di Gorizia; purtroppo però le notizie che si hanno sulle caratteristiche dei pozzi o delle fontane da cui si era attinta l'acqua sono troppo vaghe ed indefinite per poter trarre da quei dati analitici fondate deduzioni.

Nei registri d'analisi che conservano la memoria del lavoro eseguito ricorrono ad esempio le seguenti denominazioni: «Pumpbrunnen», «Tiefbrunnen», «Schöpfbrunnen», «Brunnen», «Schachtbrunnen», «Pozzo», «Cisterna», ecc. senza ulteriori indicazioni.

A parte dunque la difficoltà di dare un più specifico significato a questi diversi tipi di fontane, grava su esse l'incognita di sapere se esse attingono effettivamente ad una falda freatica naturale o non abbiano piuttosto un carattere più o meno spiccato di cisterna. Non abbiamo cioè alcuna garanzia che il pozzo sfrutti una profonda falda del sottosuolo oppure non attinga invece in bacini artificiali di raccolta di acque piovane o in zone ove si abbia voluto arricchire un'eventuale falda naturale facendovi convergere il contributo dello sgrondo dei fabbricati.

Gli alti tenori in cloro o in solfati e nitrati, frequentemente riscontrati, parlerebbero infatti in favore di questo inquinamento o mescolanza d'acqua di falde eventualmente naturali.

Nulla poi ci è detto, in genere, sulla profondità da cui proviene l'acqua.

Per questi motivi mi sono visto costretto ad eliminare un grande numero di analisi ed a scegliere solo quelle poche che davano maggior affidamento di rispecchiare effettivamente le caratteristiche della falda freatica naturale.

Il BRESADOLA a pag. 22 e seg. della sua relazione sul provvedimento dell'acqua potabile a Gorizia dice che nel progetto dell'ing. SMREKER (1892) si era preso in particolare considerazione il bacino di ghiaia situato verso mezzogiorno della città in quanto che non era

parso consigliabile cercare le acque del sottosuolo ai piedi dei monti; sia perchè qui le acque che s'infiltrano nel sottosuolo sono di diversa qualità, sia perchè solo a lunga distanza delle colline si ha la loro purificazione. Per esaminare dunque le condizioni del suolo e la qualità dell'acqua, il BRESADOLA ci dice che si fecero delle trivellazioni d'assaggio in un pozzo della Caserma d'Artiglieria e in un pozzo d'un Casello ferroviario. La trivellazione aveva potuto mettere in evidenza che in quella plaga il sottosuolo era costituito esclusivamente di ghiaia alternata a strati di conglomerato. Dice altresì che gli esami chimici e batteriologici avevano assicurato che l'acqua del sottosuolo era una buona acqua potabile.

È quasi certamente da mettersi in relazione a quanto sopra esposto i risultati di un'analisi sommaria di una «Tiefbrunnen» ossia d'un'acqua proveniente dal profondo sottosuolo, inviata dal Municipio di Gorizia il 27 giugno 1891, prelevata in corrispondenza della Caserma d'Artiglieria (attuali Caserme di Via Trieste). (Analisi N. 563 eseguita da BENESCHOVSKY). Essa presentava un residuo fisso a 130° C di 39 grammi per ettolitro (sostanze organiche 0.50) e una durezza totale di 17.6 gradi tedeschi.

Analisi più dettagliate si hanno su acque di sottosuolo prelevate nella zona di S. Pietro di Gorizia. Nel 1900 si analizzava un'acqua proveniente da una fontana («Brunnen») del Barone LOCATELLI in S. Pietro. (Analisi registrata al N. 3777 eseguita da PAPEZ).

Nel 1908 si analizzava l'acqua proveniente dal «Nuovo Manicomio» di Gorizia, situato sulla strada che conduce a S. Pietro ed inviata il 15 ottobre 1908 dall'Ufficio Edile Provinciale (Analisi registrata al N. 7264 eseguita da BENESCHOVSKY).

Le stesse acque furono analizzate un anno dopo con risultati poco dissimili.

Abbiamo buone ragioni di ritenere che queste acque provengano dal pozzo trivellato in quell'epoca dal Comune di Gorizia in detta località e che, da dati gentilmente fornitimi dall'Ufficio Tecnico Provinciale, ha incontrato la seguente successione di materiali:

	da metri	a metri	spessore metri
Terra vegetale	0,00	0,60	0,60
Ghiaia e conglomerato alluv. .	0.60	6,00	5,40
Conglomerato	6,00	12,65	6,65
Ghiaia grossa	12,65	28,50	15,85 (fondo del pozzo)
Argilla bleu	28,50	29,50	1,00

L'acqua veniva estratta con una pompa provvisoria dalla profondità di circa 8 metri e da uno strato costituito da una sabbia fina, omogenea, eminente calcarea [1]).

Riuniamo nella seguente tabella le caratteristiche chimiche della falda freatica dell'Alta pianura goriziana.

L'esame dei dati analitici su campioni pur prelevati a tanta distanza di tempo ci permette di constatare come essa abbia una composizione relativamente costante. Si tratta di acque dure, di durezza circa doppia di quella che si riscontra nelle acque fluviali dell'Isonzo.

Il residuo fisso oscilla fra i 40 e i 50 grammi per ettolitro ed è costituito quasi essenzialmente da carbonati di calcio e solo in piccolissima quantità da quelli di magnesio.

Il rapporto fra queste due basi alcalino-terrose pur essendo molto vicino a quello chi si incontra nelle acque dell'Isonzo, non deve farci pensare ad una concentrazione di quest'ultime, ma ad un effettivo arricchimento delle acque freatiche con sostanze solubilizzate durante un più lungo ed intimo contatto con le alluvioni ghiaiose attraversate nella loro infiltrazione.

Se si paragonano poi le caratteristiche chimiche di queste acque freatiche con quelle delle falde di più diretta alimentazione dell'Isonzo si rileva parimenti come esse siano anche rispetto a quest'ultime ancor sempre più ricche di sali solubili, pur mantenendo uno stesso rapporto fra le basi alcalino-terrose calcio e magnesio, il che si deve, fra l'altro, anche alla particolare caratteristica litologica del complesso imbevuto, costituito in fortissima prevalenza da rocce calcaree.

Facciamo infine presente che le analisi esposte ci possono solo servire di orientamento nello studio delle caratteristiche chimiche e idrologiche della falda freatica dell'Alta pianura goriziana.

Altre e ben più numerose ricerche sono necessarie per farci, fra l'altro, conoscere:

1. Se la falda freatica sia indipendente dalle infiltrazioni laterali dell'Isonzo oppure in quali tratti essa ne venga alimentata in modo prevalente.

2. Se la composizione è costante, oppure invece se presenta variazioni specialmente in rapporto ai periodi piovosi o a quelli di piena dell'Isonzo.

---

[1]) Nella relazione che accompagna l'analisi si fa presente che allora (1925) all'approvigionamento idrico di Lucinico provvedevano quattro pozzi pubblici ed altri privati e che in alcuni d'essi l'acqua si trovava a 28 - 30 m di profondità.

La successiva assisa deve ritenersi senz'altro il normale substrato eocenico arenaceo - marnoso a facies di *flysch*. Il frammento di legno incontrato a 78 m di profondità rappresenta probabilmente un residuo vegetale fossile non raro in detta sedimentazione; già molti anni fa avevo segnalato anch'io la presenza di tasche di carbone e di vegetali carbonizzati nella sedimentazione arenacea eocenica delle colline del Podgora.

Nella già ricordata pubblicazione del 1935 sul nuovo acquedotto di Gorizia, a pag. 10, si cita pure questo pozzo, o più esattamente si parla di due pozzi scavati già nell'anteguerra nei pressi dell'ospedale psichiatrico provinciale, che servivano per il suo approvvigionamento idrico, specificandoli con le seguenti parole: «Si tratta di due pozzi a cassone del diametro di metri 1,80 ciascuno e della profondità l'uno di 30 e l'altro di 27 metri, con un'altezza normale d'acqua di circa 2 metri» [1]).

Quanto esposto ci rafferma nella convinzione che questo sia il livello della falda freatica in detta località e con essa lo spessore della coltre ghiaiosa alluvionale riposante sul substrato più o meno impermeabile del profondo sottosuolo.

Nel 1927 l'Istituto analizzava un'altra acqua di sottosuolo situata a Vertoiba in Campisanti, e quindi sull'estremo orlo orientale della pianura goriziana in vicinanza dei colli omonimi.

L'acqua proveniva dal pozzo comunale sito nella frazione denominata «Cuklje», profondo 24 metri e con falda acquifera ad una profondità media di 14 - 15 metri dalla superficie. (Analisi registrata al N. 1103).

Sulle caratteristiche chimiche della falda freatica in destra Isonzo possiamo dire ben poco.

Nel 1895 (9 settembre) veniva analizzata sommariamente l'acqua del pozzo «Borgo della Madonna» di Versa, trovando una durezza di 16.8 gradi tedeschi ed un residuo fisso di 41.85 grammi per ettolitro. (Analisi registrata al N. 1331).

Nel 1925 venivano analizzate le acque di un pozzo situato a Lucinico in località «Cicinich» fra q. 99 e la collina di Pubrida.

---

[1]) Si faceva altresì presente che sembrava che l'acqua non risentisse sensibili variazioni di portata dopo abbondanti pioggie. Si rilevava altresì la sua eccessiva durezza totale che oscillava fra 33.92 e 31.17 *gradi francesi*. (Op. cit. pag. 10).

TABELLA VIII **Caratteristiche chimiche della falda freatica dell'Alta pianura goriziana e cormonese**

Località	Vertoiba fraz. Cuklje	S. Pietro di Gorizia	GORIZIA (S. Pietro) Nuovo Manicomio	GORIZIA Caserme di Via Trieste	LUCINICO di Gorizia „Cicinich"	BRAZZANO (Cormòns)	CORMÒNS (Viale R. Elena
Data	16-7-1927	14-12-1900	15-10-1908	1891	12-3-1925	2-10-1929	22-7-1927
Temperatura dell'acqua (in gradi C)	14°				10° 3	13°	
Temperatura dell'aria (in gradi C)	—				5°	17° 7	
Durezza totale (in gradi tedeschi)	20.8	20.8	20.1	17.6	24.2	11.81	27.5
Su 100.000 parti di acqua: (Grammi per ettolitro)							
Sostanza organica	8.06	0 90	0.04	0.50	0.52	0.40	2.80
Residuo fisso a 100° C	60.32	47.15	41.44	39.00 (a 130° C)	47.90	26.06	81.10
Ossido di calcio	16.90	16.56	16.30	—	18.67	10.63	22.90
Ossido di magnesio	3.90	3.03	2.73	—	3.99	1.14	4.60
Ossidi di ferro ed alluminio	tr.				tr.		
Anidride silicica	2.04				0.68	1.44	
Anidride solforica	4.20	1.75	tr.	tr.	2.77	0.82	4.60
Ammoniaca	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	—
Nitriti	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	—
Nitrati	ass.	tr.	tr.	ass.	ass.	ass.	—
Cloro	6.90		tr.	tr.	1.66	0.64	7.10
Cloro espresso come cloruro di sodio		2.27					

3. Quali possono essere i contributi della falda freatica che scende dalla pianura cormonese.

Riferendoci a questo terzo punto è bene tener presente che *le acque freatiche del sottosuolo ghiaioso cormonese* appartengono evidentemente ad un sistema idrografico indipendente dall'Isonzo.

Il Versa segna all'incirca con il limite geologico anche quello idrografico delle due regioni freatiche.

Ben poco possiamo dire sulle caratteristiche chimiche di questa falda che dovrebbe venir alimentata dall'Iudrio, dalle acque meteoriche di diretta infiltrazione e da quelle che si riversano sulla pianura con i temporanei torrentelli che scendono dalle attigue colline, come pure probabilmente da falde profonde scendenti dalla soprastante pianura che si attesta ai varchi di Corno di Rosazzo o alimentate da una più diretta infiltrazione del Natisone.

In altri precedenti miei lavori ebbi già modo di accennare ripetutamente agli intimi legami genetici che vincolano la pianura cormonese coll'antico sistema fluvioglaciale del Natisone; appare pertanto cosa molto probabile che ad una continuità geologica possa corrispondere pure una certa continuità idrografica sotterranea.

Un'analisi importante per la conoscenza di una falda freatica piuttosto profonda che investe la pianura cormonese è certamente quella eseguita dall'Istituto chimico-agrario sperimentale di Gorizia sulla falda che alimenta il pozzo aperto una ventina d'anni fa a S. Rocco di Brazzano con lo scopo di provvedere all'approvigionamento idrico di Cormòns e paesi vicini.

Dalle relazioni custodite nell'archivio di detto Istituto si apprende che il pozzo stà nelle vicinanze della strada maestra che da Cormòns conduce a Brazzano a breve distanza dal colle di S. Giorgio.

Il pozzo, rivestito di cemento, è profondo circa 23 metri; attraversa alluvioni ghiaiose e alla profondità di circa 11 metri uno strato di conglomerato dello spessore di trenta centimetri. Il pelo dell'acqua si trova ad una profondità quasi costante di 19.30 metri.

La temperatura dell'acqua, alle ore 11 del 2 ottobre 1929 (quando fu prelevato il campione per l'analisi) era di 12°95 C avendosi all'aria una temperatura di 17°7 C.

La sua durezza era di 11.8 gradi tedeschi e data quasi esclusivamente da carbonati di calcio. Può così sembrare caratteristica per quest'acqua la piccolissima percentuale dei carbonati di magnesio e significativi l'alto contenuto in cloruri, in solfati e in silice, tanto più

così pure in falde freatiche che stanno nelle immediate vicinanze di tali rilievi collinosi. Talora in esse si nota pure un aumento del tenore in solfati.

Escludendo, come si disse, le cause più comuni di inquinamento, chè non sempre trovano giustificata invocazione, escludendo del pari il tenue contributo di cloruro sodico apportato al terreno con le acque meteoriche [1]), perchè in tal caso esso dovrebbe esser comune a tutte le altre sorgenti vicine, non ci resta che pensare ad un più stretto legame delle acque con il substrato o con la massa litologica con cui vengono a contatto.

Effettivamente nulla vieta di supporre che le marne o comunque le rocce argillose, che tanta parte hanno nella costituzione dei complessi sedimentari eocenici, in qualità di sedimenti marini, possano tener racchiusi residui salini che possono di conseguenza esser ceduti alle falde che le imbevono o che le attraversano.

Ritengo che ricerche istituite in tal senso potrebbero esser molto utili anche per dare una più giusta interpretazione al contenuto talora notevolmente elevato di cloro che si riscontra in pozzi scavati nel complesso arenaceo-marnoso a facies di *flysch* del Goriziano e che in certi casi riesce molto difficile far risalire ad inquinamenti ad opera di inesistenti letamai o pozzi neri situati nelle vicinanze od anche, per altre ragioni, ad essi stessi qualora presenti.

3. Caratteristiche chimiche delle falde artesiane più comuni della Bassa pianura goriziana.

Negli anni passati questo Istituto ha compiuto numerose analisi di acque artesiane attinte alle falde che scorrono in profondità nel sottosuolo di questa regione.

Purtroppo però anche qui l'incompleta conoscenza delle caratteristiche del pozzo battuto rendono aleatorie le conclusioni che si potrebbero trarre dall'esame dei reperti analitici. Esse tuttavia ci possono servire ugualmente non fosse altro che per illuminare il corso delle future indagini.

---

[1]) Sull'entità di questi contributi per la pianura friulana vedi i seguenti lavori dello scrivente:

Osservazioni sulla composizione chimica delle acque piovane della media pianura friulana. Anni 1928 e 1929. «Annali della Stazione chimico-agraria sperimentale di Udine». Serie III. vol 2. - Udine 1930.

Un secondo biennio di osservazioni sulla composizione chimica delle acque piovane della media pianura friulana (1930-1931) e risultati riassuntivi del quadriennio 1928-1931. Ivi. Udine 1932.

se si considera l'assenza di composti d'azoto, ossia di nitriti, nitrati e d'ammoniaca.

Il De VARDA ritiene che «le quantità, piuttosto rilevanti, di cloruri e solfati, riscontrate nell'acqua, devonsi probabilmente attribuire alle impurità e al rivestimento in calcestruzzo (non ancora sufficientemente stabilizzato) del pozzo scoperto; ciò che spiegherebbe anche l'alto contenuto di silicati riscontrato nell'acqua».

Come vedremo in seguito l'origine di questi cloruri e solfati può forse risalire ad altre cause.

Ricordiamo ancora come in un'acqua, analizzata il 19 settembre 1899 da PAPEZ (Registrata al N. 3028) su un campione inviato dal Barone LOCATELLI da Angoris presso Cormòns (e probabilmente prelevata in un pozzo della stessa località) si abbia riscontrato una durezza simile a quella sopracitata; ossia di 13.7 gradi tedeschi. Il residuo fisso era di 37.80 grammi per ettolitro; si notava altresì assenza di ammoniaca, di nitriti e di solfati; si segnalavano, invece, tracce di nitrati e di cloro.

Altre acque di pozzo prelevate nel Cormonese hanno dato gradi di durezza ancor più elevati. Così nell'acqua prelevata il 22 luglio 1927 in un pozzo situato nell'allora Casa Falzari, in Viale Regina Elena, si riscontrava una durezza di 27.5 gradi tedeschi, data in assoluta prevalenza da carbonati di calcio.

Insistiamo nel far presente che quanto si è ora esposto ha solo un carattere informativo e che non è pertanto lecito trarre conclusioni di carattere generale.

Solo dopo aver accuratamente indagato sulle caratteristiche generali e particolari delle falde freatiche della pianura cormonese e dopo aver sistematicamente seguite le più specifiche caratteristiche chimiche delle acque prelevate secondo un preciso piano di ricerca, si potranno ottenere quelle auspicate conoscenze che oggi ancora non possediamo.

Interpretazione della presenza di cloruri nelle acque freatiche dell'Alta pianura goriziana e in certe sorgenti della valle dell'Isonzo.

Come si è visto un certo numero di sorgenti nella valle isontina e di acque freatiche dell' *Alta* pianura goriziana presenta sensibili percentuali di cloruri che non si possono, a fil di logica, far sempre risalire alle consuete più comuni cause di inquinamento.

È caratteristico poi il fatto che la maggior diffusione di queste acque con presenza di cloruri si rinviene in sorgenti che sgorgano o che sono comunque in vicinanza di sedimenti arenaceo-marnosi eocenici;

della Bassa pianura del Goriziano.

gnano	Fiumicello			Monastero	Aquileia		
	Isola dei Dossi	S. Egidio			Piazza S. Giovanni	Piazza Capitolo	Museo archeologico
1899	1899	1899	1899	1899	1899	1899	5.1-1902
11.36	10.75	11.40	11.90	12.37	12.09	12.25	12.2
0.77	4.58	0.45	0.63	0.46	1.28	0.95	0.82
21.80	27.78	22.10	25.75	25.45	27.01	25.34	25.62
6.87	5.80	7.83	6.75	7.22	7.13	7.07	7.00
3.21	3.54	2.55	3.68	3.68	3.54	3.70	3.69
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	1.21
tr.	ass.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	presenza
ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	tr.
tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.

TABELLA IX

Caratteristiche chimiche di falde artesiane

Località	S. Canciano (Pieris) a 24 m. di prof.	Scodovacca	Terzo (Piazza)	Cervi
Data	9-7-1900	1899	1899	1899
Temperatura dell'acqua (in gr. C.)	12°5			
Temperatura dell'aria (in gr. C.)				
Durezza totale (in gradi tedeschi)	9.49	9.09	11.54	11.36
Su 100.000 parti di acqua : (grammi per ettolitro)				
Sostanza organica	0.41	0.79	1.44	0.23
Residuo fisso a 100° C	19.53	16.76	22.55	22.00
Ossido di calcio	6.66	6.25	6.92	6.87
Ossido di magnesio	2.02	2.03	3.30	3.21
Ossidi di ferro e di alluminio	—	—	—	—
Anidride silicica	—	—	—	—
Anidride solforica	tr.	tr.	tr.	tr.
Ammoniaca	ass.	ass.	ass.	ass.
Nitriti	ass.	ass.	ass.	ass.
Nitrati	ass.	ass.	ass.	ass.
Cloro	tr.	tr.	tr.	tr.

della Bassa pianura del Goriziano

g n a a 64 m di profondità	Casa Vescovo (Paludo Camerata)	Strassoldo Molin di Ponte		Strassoldo Villa Kuhn	Muscoli Bovaria	Muscoli Villa Kuhn	Versa Piazza della Madonna
1899	1899	1899	1899	1899	1899	1899	1899
12.22	10.36	11.97	11.42	10.72	12.25	11.43	12.70
0.82	3.32	0.46	0.54	1.13	1.01	0.51	0.96
26.15	24.72	22.68	22.90	20.95	23.82	22.20	24.95
7.03	6.05	7.53	7.18	6.71	7.65	6.96	9.75
3.71	3.08	3.17	3.03	2.86	3.29	3.19	2.11
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
tr.	ass.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	tr.	ass.
ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.

TABELLA X

Caratteristiche chimiche di falde artesiane

Località	Monastero-Beligna	Beli	
		a 34 m di profondità	a 54 m di profondità
Data	1899	1899	1899
Temperatura dell'acqua (in gradi C)			
Temperatura dell'aria (in gradi C)			
Durezza totale (in gradi tedeschi)	13.25	12.00	12.10
Su 100.000 parti di acqua: (grammi per ettolitro)			
Sostanza organica	9.05	7.64	1.26
Residuo fisso a 100° C	27.16	24.05	26.28
Ossido di calcio	8.27	7.42	6.80
Ossido di magnesio	3.56	3.27	3.78
Ossidi di ferro e di alluminio	—	—	—
Anidride silicica	—	—	—
Anidride solforica	tr.	tr.	tr.
Ammoniaca	ass.	ass.	ass.
Nitriti	tr.	tr.	ass.
Nitrati	ass.	tr.	ass.
Cloro	tr.	tr.	tr.

TABELLA XI

Caratteristiche chimiche di falde ~~freatiche~~ artesiane profonde del Goriziano.

Trivellazioni di Grado e isole contermini

Località	Grado (Piazza Grande) Falda a 80 m di profondità		Grado Falda a 217 m di profondità						Isola di Ravaiarina Falda a 70 m di profondità	
Data	24-6-1893	26-8-1893	aprile 1900	mag. 1900	nov. 1900	dic. 1901	aprile 1903	dic. 1903	11-1-1904	aprile 1904
Temperatura dell'acqua (in gr. C)	—	—	23°3	—	—	—	—	—	17°7	—
Temperatura dell'aria (in gr. C)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Durezza totale (in gr. tedeschi)	29.3	29.2	6.75	6.72	6.71	6.67	6.62	6.68	16.08	16.23
Su 100.000 parti di acqua: (grammi per ettolitro)										
Sostanza organica	19.55	18.25	14.35	12.67	11.35	10.78	10.17	10.20	10.78	9.80
Residuo fisso a 100° C	95.20 a 140° C	87.50 (a 140° C)	86.90	76.26	67.33	64.45	63.32	63.40	52.88	55.67
Ossido di calcio	—	—	3.70	3.63	3.55	3.34	3.02	2.90	7.40	7.72
Ossido di magnesio	—	—	2.18	2.21	2.26	2.38	2.57	2.70	6.20	6.08
Ossidi di ferro e di alluminio	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Anidride silicica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Anidride solforica	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
Ammoniaca	tr.	pres.	tr.	tr.	tr.	ass.	ass.	ass.	pres.	pres.
Nitriti	0.02	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
Nitrati	0.40	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
Cloro	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(Cloro espresso come Na Cl)	28.01	21.69	46.68	37.77	31.94	28.84	25.18	24.88	tr.	tr.

Il primo fatto importante che si può constatare pone in rilievo come la composizione chimica di queste acque si stacchi nettamente tanto da quella della falda più direttamente alimentata dalle acque di infiltrazione dell'Isonzo, quanto da quella della falda freatica che scorre nel sottosuolo dell'Alta pianura goriziana.

Le acque artesiane della Bassa pianura hanno una durezza intermedia alle due falde ora citate e sopratutto una maggiore ricchezza di carbonati di magnesio; il rapporto fra calcio e magnesio è di conseguenza più stretto.

La ricerca di tale variazione costituisce pertanto un problema molto interessante. Forse non sono estranei intimi legami con la costituzione litologica delle più profonde assise sedimentarie, oppure, più probabilmente, connessioni con falde freatiche di più lontana provenienza.

Interessante può essere in riguardo il confronto fra la composizione chimica delle acque sgorganti dalle polle di risorgenza (che rappresentano quindi la falda freatica più superficiale) e quelle artesiane della stessa località. Se i dati che sono a nostra disposizione non rappresentano solamente una particolarità non generalizzabile, si dovrebbe concludere che mentre fino a Scodovacca la falda più superficiale presenta ancora un più largo rapporto fra le due basi alcalino terrose, facendo pertanto presumere una probabile pertinenza al sistema isontino, a Cervignano, come pure nella regione a monte di questa cittadina (Muscoli, Strassoldo, ecc.), il sopracitato rapporto in dette falde superficiali, si fa più stretto e diviene più affine a quello delle falde artesiane. Ciò farebbe pensare ad una espansione in profondità di acque provenienti da occidente che attraversano in effetti complessi alluvionali più ricchi di elementi dolomitici.

Viceversa può essere pure istruttiva la composizione chimica dell'acqua proveniente dal pozzo artesiano battuto a Versa [1]) che presenta un rapporto fra le due basi alcalino-terrose ancora largo, attribuibile quindi ancora ad una alimentazione isontina o locale.

Ripeto che le deduzioni qui esposte hanno solamente un carattere informativo e che attendono ancora conferma da più specifiche ricerche.

---

[1]) Ci permettiamo però di dubitare che l'acqua così specificata nel registro d'analisi sia effettivamente acqua artesiana, data la posizione geografica di Versa a meno che non si tratti che di una artesianità parziale.

Questo pozzo, inoltre, è probabilmente quello stesso di cui dà notizia l'analisi registrata al N. 1640 del 15 dicembre 1896, proveniente dal pozzo artesiano di Versa dalla profondità di 51 metri, con i seguenti dati: Residuo fisso, 24.20 g per hl; durezza totale 12.2 gradi tedeschi; traccie di cloruri e di solfati; assenza di ammoniaca, di nitriti e di nitrati.

pozzo. Però durante questo primo tempo, a causa di una frana, che si venne a verificare al culmine interno del pozzo, l'immensa colonna d'acqua che sgorgava dalla vena ghiaiosa incominciò a perdere la sua limpidezza.

In considerazione di ciò, le autorità competenti, d'accordo con l'Ufficio tecnico del Comune di Grado, stabilirono di richiudere la seconda sorgente tenendola in osservazione. Cosa che infine, verso ottobre scorso, suggerì la necessità di un'opera radicale, opera che ha portato alla conclusione attuale.

I lavori di sondaggio e di riattamento furono iniziati nel marzo scorso . . .

Finalmente l'altro ieri una colonna d'acqua è venuta da 216 metri di profondità a coronare gli sforzi degli operai addetti ai lavori del secondo pozzo artesiano . . .»

Riuniamo nella ~~seguente~~ tabella XI le caratteristiche chimiche più salienti dell'acqua del pozzo battuto nel 1900.

Da esse riconosciamo il rapporto molto stretto che intercorre fra le basi alcalino-terrose, superiore a quello delle comuni falde artesiane precedentemente illustrate; la considerevole percentuale di cloruri, tuttavia in progressiva diminuzione come pure le piccolissime quantità di ammoniaca e di sostanza organica.

Degno di particolare rilievo, si segnala il basso grado di durezza di queste acque.

Durante tre anni e mezzo di sistematiche osservazioni l'acqua ha presentato un costante miglioramento agli effetti della potabilità e, agli effetti idrologici, una maggiore diluizione.

Ricordiamo infine che negli anni successivi altri pozzi profondi sono stati battuti a Grado; così nel 1937, 1939 e 1947. Le acque tuttavia non furono analizzate da questo Istituto, almeno non si trova ricordo.

Su altre falde artesiane delle isole vicine a quella di Grado il PAPEZ, nel citato lavoro, illustra quella trovata nell'isola di Ravajarina, situata a settentrione di Grado, in corrispondenza di un pozzo profondo 70 metri.

Ultimato il 19 dicembre 1903 dava 100 litri al giorno. La temperatura dell'acqua era di 17°7 C. Facendo il confronto fra le temperature e le profondità di questa falda con quella di Grado si deduce un aumento termico di 3°74 C ogni 100 metri di profondità.

L'acqua artesiana di Ravajarina si dimostra straordinariamente ricca di composti magnesiaci e con presenza di ammoniaca; è tuttavia quasi esente di cloruri; ricca, invece, di sostanze organiche.

4. Caratteristiche chimiche delle falde artesiane più profonde del Goriziano.

Ci pare interessante ricordare qui le analisi eseguite mezzo secolo fa dall'Istituto sulle acque provenienti dal profondissimo sottosuolo di Grado e pubblicate in un ormai rarissimo opuscolo dal titolo: «L'Acqua ed il Terreno di Grado e del vicino estuario» del dott. A. N. PAPEZ (Gorizia 1904).

La penuria di acqua potabile a Grado aveva spinto le autorità locali già nel 1893 a tentare una trivellazione profonda nell'area dell'allora Piazza Grande della città.

L'acqua dolce scaturì dalla profondità di 80 metri. Il 24 giugno 1893 poco dopo la trivellazione del pozzo fu prelevato un campione dell'acqua e così pure due mesi dopo, ossia il 26 agosto 1893. L'acqua in entrambi i prelevamenti si era dimostrata inodora e insapora ossia, come si diceva, «priva di sapore estraneo».

Questa fonte, dopo due anni di continuo gettito, cominciò ad esaurirsi nel 1895 per inaridirsi del tutto nel 1897.

Al principio del 1900 il Comune con l'aiuto del Governo, perforò un altro pozzo, a circa 50 metri dal mare, trovando a ben 217 m una vigorosa falda artesiana in corrispondenza di un banco di ghiaia.

L'acqua versata nelle 24 ore era di circa 30.000 ettolitri; la temperatura era di 23°3 C [1]).

Circa la costruzione del secondo pozzo artesiano a Grado [2]) credo potrà interessare il ricordo di quanto scriveva il «Piccolo della Sera» di Trieste in data 15 maggio 1930 sotto il titolo: *Il rifornimento idrico di Grado.*

«La costruzione del secondo pozzo artesiano venne ultimata la primavera scorsa e dopo l'analisi chimica e batteriologica, che riscontrò l'acqua pura sotto tutti gli aspetti, si collegò senz'altro questo potente gettito di trenta litri al minuto secondo con l'altra sorgente del primo

---

[1]) Il SACCO nella sua *Geoidrologia dei pozzi profondi della Valle Padana* (Torino 1912) ricorda il pozzo di Grado battuto nel 1900 e parlando della temperatura delle acque riscontrate alla profondità di 217 m dice esser essa di 17°-18°. (Pag. 313). Riportando poi la sezione del pozzo specifica ulteriormente la temperatura di questa falda profonda in 16°5 C. (Pag. 315).

Ci si chiede se il contrasto di questi dati con quelli del PAPEZ possa risalire ad uno scambio di gradi R con gradi C. 18° R corrispondono infatti a circa 23° C e si vuole far presente come nel Goriziano alla fine del XIX secolo la scala R era usata molto più largamente che non quella di Celsio.

[2]) Leggendo la ora citata opera del SACCO è lecito chiedersi quale sia il preciso significato di «secondo pozzo».

V. - Conclusioni riassuntive.

Lo studio delle analisi raccolte e pubblicate nel presente lavoro darebbe adito alle seguenti conclusioni:

1. Le acque della sorgente dell'Isonzo sono dotate di una relativa grande purezza avendo una durezza di soli 4.1 gradi tedeschi, corrispondente ad un contenuto in ossido di calcio di 3.73 g per ettolitro e di 0.50 g di ossido di magnesio.

2. Questa caratteristica non viene però mantenuta a lungo dal corso fluviale che da esse trae origine. Si può invece ritenere che dopo la confluenza dell'Idria le acque dell'Isonzo assumano una fisionomia abbastanza netta e, nell'insieme, relativamente costante. La durezza delle acque sale così a 7.6 gradi tedeschi ed è data da un contenuto medio in ossido di calcio di 5.70 g per ettolitro e di 1.34 g di ossido di magnesio.

3. Si hanno buoni motivi per ritenere che mentre il grado di durezza delle acque fluviali può aumentare già con i primi affluenti dell'Isonzo, l'afflusso di maggiori quantità di carbonati di magnesio si accentua appena nei pressi di Tolmino per completarsi alla confluenza dell'Idria.

L'esame delle sorgenti dell'Alto Isonzo ha infatti messo in evidenza che queste acque pur avendo una durezza simile, od anche inferiore, a quella della media generale dell'Isonzo, essa tuttavia è data quasi esclusivamente da carbonati di calcio; il contenuto in magnesio è scarso e, in relazione al calcio, in dosi inferiori a quelle stesse della sorgente dell'Isonzo.

Ne deriva dunque che le acque dell'Alto Isonzo potranno bensì aumentare l'originaria durezza delle acque fluviali, ma non restringere il rapporto fra le basi alcalino-terrose, sibbene, piuttosto, allargarlo.

I primi notevoli afflussi di acque più magnesiache giungono all'Isonzo nei pressi di Tolmino (vedi sorgenti di Gabrie e acque della Tolminca) ove per l'appunto le rocce più tipicamente dolomitiche cominciano ad avere più sensibile consistenza e diffusione.

Ci porterebbe fuori tema discutere l'origine di queste particolarità delle falde ~~freatiche~~ artesiane lontane dalla terra ferma. Merita tuttavia far rilevare la grande differenza che intercorre fra queste acque e quelle fluviali, di risorgiva e di comune artesianità precedentemente illustrate. Differenze che riguardano sia la quantità di residuo fisso, sia il rapporto fra calcio e magnesio, sia il contenuto in sostanze organiche, cloruri e composti azotati.

Non ritengo, infine, che si debba supervalutare l'importanza della temperatura nei riguardi della provenienza di queste acque. Ci ammoniscono in proposito le sorgenti di Doberdò e le caratteristiche della falda freatica superficiale che scorre nel Campo di Osoppo ove in pieno estate si sono riscontrate temperature anche inferiori a quelle di Fontefredda.

8. Le acque freatiche di più diretta ed immediata infiltrazione isontina hanno caratteristiche chimiche molto affini a quelle del corso fluviale. Via via che ci si allontana dall'Isonzo, o che si scenda in profondità, aumenta il grado di durezza e con esso la percentuale dei carbonati di calcio e di magnesio tenuti in soluzione.

Lo studio delle risorgive che sgorgano in destra Isonzo fa inoltre supporre che il Fiume di Terzo costituisca approssimativamente un limite fra l'affioramento di una falda alimentata in modo prevalente dall'Isonzo ed un'altra situata più a ponente e da questa relativamente indipendente.

9. Le acque freatiche più profonde dell'Alta pianura goriziana si distinguono per una considerevole durezza (21 gradi), tre volte circa maggiore di quella dell'Isonzo, data in fortissima prevalenza da carbonati di calcio. (Il materasso ghiaioso attraversato è infatti costituito quasi esclusivamente da calcari grigi selciferi del Giurese e del Cretaceo).

Poco possiamo dire sulle caratteristiche idrologiche di questa falda sotterranea. È tuttavia logico supporre che il torrente Versa segnando all'incirca il limite geologico occidentale dell'espansione alluvionale würmiana, e più antica, isontina segni altresì il limite idrologico di questa falda sotterranea; la pianura cormonese dovrebbe pertanto essere investita da falde di altra origine dipendenti cioè da un altro sistema idrografico.

10. Le falde artesiane della Bassa pianura goriziana hanno una composizione chimica diversa sia da quella del corso fluviale dell'Isonzo e sue più immediate infiltrazioni, sia da quella freatica che imbeve il sottosuolo dell'Alta pianura goriziana.

La durezza è fra queste intermedia e può riuscire caratteristica la maggiore compartecipazione dei composti magnesiaci. Il rapporto fra calcio e magnesio è di conseguenza più stretto. Vi sono ragioni per supporre che essa sia alimentata in prevalenza da correnti provenienti da ponente che attraversano sedimenti alluvionali più ricchi di elementi dolomitici.

Sebbene ci manchino analisi in riguardo, riteniamo tuttavia essere l'Idria il principale affluente dell'Isonzo che reca il più importante contributo di sostanze magnesiache. Nel suo bacino idrografico, infatti, le dolomie triasiche trovano la loro massima diffusione.

Le sorgenti di Chiapovano parlano a lor volta in favore di tale tesi.

Le sorgenti situate nella Bassa valle dell'Isonzo non danno particolare contributo al fiume stesso. Esse ci dimostrano però come le acque di questo settore possono bensì avere una durezza più elevata, ma legata quasi essenzialmente a carbonati di calcio.

4. La sopraccennata caratteristica chimica media delle acque dell'Isonzo tende a mantenersi costante nel tempo. Variazioni si hanno invece durante i periodi piovosi e di conseguenza con le piene del fiume. Non sembra invece esistere rapporto direttamente proporzionale fra la quantità dei materiali tenuti in sospensione (materiali di torbida) e la durezza delle rispettive acque (filtrate); sembra anzi che un tale eventuale rapporto abbia carattere inverso.

5. La temperatura delle acque fluviali oscilla con le stagioni fra un medio minimo invernale di 6°5 C ed un medio massimo estivo di 21° C, presentando di conseguenza un'oscillazione termica media annuale di circa 14-15° C.

6. Paragonando le acque della sorgente dell'Isonzo con le altre, maggiori, delle vicine regioni carsiche si nota come le più affini ad essa siano quelle del Liach, quelle del Hubel e di S. Paolo. Si tratta infatti di acque anch'esse molto pure con una durezza di soli 4.5 - 5.5 gradi tedeschi.

Sebbene sia molto probabile che la durezza delle acque delle sorgenti carsiche stia in relazione con la velocità di infiltrazione e di efflusso, riteniamo che siano necessarie molte osservazioni sistematiche e studi specializzati prima di fare ulteriori deduzioni su questo argomento.

7. Circa l'origine delle acque di Fontefredda una sola cosa è certa: esse, cioè, non si possono considerare acque di esclusiva infiltrazione isontina. Non ritengo tuttavia prudente escludere definitivamente la possibilità di un parziale contributo dell'Isonzo, come pure non ritengo possa accettarsi definitivamente la possibilità di una loro provenienza dall'altipiano della Bainsizza senza prima procedere ad un accuratissimo riesame geologico della regione uniformato ai recenti acquisiti progressi delle conoscenze su questa contrada.

*

Le conclusioni che qui siamo venuti esponendo rappresentano la deduzione logica di uno studio sui reperti analitici che si sono potuti avere a disposizione.

Esse servono non solo ad orientare le idee su questi importanti argomenti, ma anche, sopratutto, per impostare ogni altra più specifica ricerca in riguardo.

Una ben più vasta documentazione su ogni argomento trattato si rende, infatti, ancora indispensabile prima che le conclusioni qui prospettate possano considerarsi definitive.

11. Le falde artesiane più profonde possono avere una composizione variabile da luogo a luogo ed anche con la durata di erogazione. Riferendoci alle falde della zona di Grado sembra essere caratteristica generale di queste acque la presenza in esse di cloruri, di ammoniaca e alle volte di nitriti e di nitrati; il che non può destare meraviglia se si considera l'ambiente lagunare in cui si è deposta gran parte di queste assise sedimentarie alluvionali.

Le analisi che sono a nostra disposizione lascierebbero intravedere come le caratteristiche di queste falde ~~freatiche~~ migliorano (rispetto alla potabilità) con lo scendere in profondità e con la durata dell'erogazione delle acque stesse. Esse cioè, nel primo caso, divengono meno dure; tutte, poi, diminuerebbero col tempo il contenuto originario in cloruri e degli accennati composti azotati.

Il rapporto calcio: magnesio è molto stretto notandosi pertanto sotto questo rispetto la seguente graduatoria media fra le acque delle varie provenienze contemplate nel presente studio:

Acque fluviali dell'Isonzo.

CaO : MgO = 5.7 : 1.34 = 1 : 0.235

Acque freatiche di presumibile più diretta infiltrazione isontina e di risorgiva alimentate prevalentemente dall'Isonzo.

CaO : MgO = 7.01 : 1.8 = 1 : 0.26

Acque freatiche dell'Alta pianura goriziana.

CaO : MgO = 16.6 : 3.22 = 1 : 0.19

Acque artesiane superiori.

CaO : MgO = 7 : 3.23 = 1 : 0.46

Acque artesiane mediamente profonde (circa 100 m).

CaO : MgO =7.56 : 6.14 = 1 : 0.81

Acque artesiane profonde (oltre 200 m).

CaO : MgO = 3.35 : 2.38 = 1 : 0.71

Credo che detto rapporto abbia notevole interesse per lo studio della provenienza di queste ~~falde freatiche~~ acque.

12. Circa l'origine dei cloruri nelle acque freatiche dell'Alta pianura goriziana e in certe sorgenti della valle dell'Isonzo si prospetta la possibilità che in certi casi essi possano derivare dalla solubilizzazione di cloruri inclusi nelle rocce argillose che costituiscono i sedimenti litologici attraversati o comunque venuti in contatto con le acque freatiche.

BIBLIOGRAFIA

Accanto al materiale conservato negli archivi dell'Istituto chimico-agrario sperimentale di Gorizia si segnalano le seguenti principali pubblicazioni che più direttamente riguardano quanto esposto nelle pagine precedenti:

BOLLE G.: *Analisi chimica dell'acqua delle sorgenti del Monte Cronberg* in *L'analisi chimica dell'acqua potabile.* «Atti e Memorie dell'I. R. Società Agraria di Gorizia». - Gorizia 1884.

BRAMO G.: *Relazione e proposta sull'approvigionamento dell'acqua potabile.* - Gorizia 1903.

BRESADOLA P.: *Il provvedimento dell'acqua potabile a Gorizia.* - Gorizia 1902.

— *Discussioni sul problema dell'acqua potabile a Gorizia.* - Udine 1903.

COMELLI F.: *Relazione sul provvedimento d'acqua per la città di Gorizia.* - Gorizia 1887.

PIRAS L. - REINOLDI P. - ROSSARO G. - ABRILE A.: *Il nuovo acquedotto di Gorizia.* - Genova 1935.

TARAMELLI T.: *Risposte ad alcuni quesiti della spettabile Amministrazione civica della città di Gorizia riguardante il provvedimento dell'acqua potabile.* - Pavia 1903.

Per lo studioso si segnalano inoltre le seguenti pubblicazioni catalogate nella Biblioteca Governativa di Gorizia:

COLOMBO G.: *Relazione sul progetto della I parte del nuovo acquedotto della città di Gorizia.* - 1904. (B. St. Miscell. C 362).

GRABLOVITZ A.: *Progetto d'acquedotto per Gorizia.* - 1898. (B. St. Miscell. B 154; BC. Lc 1706 a).

KATZENSCHLAEGER F. A.: *Il provvedimento d'acqua per la città di Gorizia.* - 1885 (BC. Lc 1701).

MACHNITSCH e JAKSCHE: *Befund und gutaechtliche Aeusserung betreffend die Beeintraechtigung der am Hubelbache liegenden Wasserwerke.* - 1909. (B. St. Miscell. B 1998).

N. N.: *Relazione intorno ai mezzi di fornir d'acqua la città di Gorizia rassegnata dalla Commissione a quest'uopo istituita.* - 1871. (B. C., Lc 2118 e Lc 1706).

SMREKER O.: *Progetto per il provvedimento d'acqua della città di Gorizia.* - 1890. (BC, Lc 1709).

INDICE

Premessa . . . . . pag. 5

I. - Caratteristiche chimiche delle acque dell' Isonzo . » 9

1. - La prima analisi dell' acqua dell' Isonzo . » 9

2. - Le acque della sorgente . . . . » 11

3. - Le acque del corso fluviale . . . » 12

4. - Costanza della composizione chimica delle acque » 15

5. - Temperatura dell' acqua . . . . » 17

II. - Caratteristiche chimiche di sorgenti situate nella valle dell' Isonzo . . . . . » 18

Sorgenti: *Dresecnik, Posnica, Kamno, Foni, Hatulje, Tolminska, Gabrie, Potochi di Gorenia, Zacras, Mednik, Restoka, Palievo, Sbirolo, Fontefredda.*

III. - Le caratteristiche chimiche della sorgente dell' Isonzo paragonate con quelle di altre sorgenti carsiche del goriziano . . . . . » 40

1. - Considerazioni generali . . . . . » 40

2. - Caratteristiche chimiche di alcune sorgenti carsiche del goriziano . . . . » 41

Sorgenti: *Chiapovano, Liäh, Vitljoseg, San Paolo, Hubel, Vipacco, San Daniele del Carso, Brestovizza della Valle, Doberdò.*

IV. - Acque freatiche . . . . . » 52

1. - Acque freatiche di presumibile più diretta infiltrazione dell' Isonzo . . . . » 53

2. - Falde freatiche dell' alta pianura goriziana .. » 59

3. - Caratteristiche chimiche delle falde artesiane più comuni della bassa pianura goriziana . » 69

4. - Caratteristiche chimiche delle falde artesiane più profonde del goriziano . . . » 76

V. - Conclusioni riassuntive . . . . . » 79

ADALGISA MULINARI

LA VITAMINA A

LA VITAMINA A

Generalità.

Il medico giapponese INOUJE, nel 1896, aveva osservato che molti bambini generalmente verso i due, tre anni erano affetti da una strana malattia agli occhi.

I sintomi erano sempre gli stessi: dapprima la cornea si opacava (xeroftalmia) in seguito si aveva rammollimento ed infine uno sfaldamento (cheratomalacia) della cornea stessa portando così alla cecità.

Questa malattia degli occhi, così diffusa nell'interno del Giappone non si manifestava invece lungo la zona litoranea. - Si notò che somministrando del fegato di pollo ai malati, questi guarivano facilmente. - Evidentemente i bambini che abitavano la costa non si ammalavano perchè nutriti spesso con fegato di pesci.

Un fenomeno analogo avvenne in Danimarca durante la prima guerra mondiale. - Questa nazione pagò un largo tributo alla xeroftalmia perchè a scopo speculativo esportava quasi tutta la sua produzione di burro agli Imperi centrali. - Vi furono pertanto vaste epidemie dipendenti sopratutto dal consumo di latte scremato e la mancanza sul mercato, di burro.

Nello stesso tempo anche i soldati tedeschi, soprattutto quelli che vivevano al fronte manifestarono disturbi visivi.

I medici chiamati a risolvere il problema, misero in rapporto tali fatti con alcune esperienze eseguite dallo STEPP [1]). - Questo studioso aveva chiamato «fattore di crescenza liposolubile» una sostanza non ancora definita che, oltre a favorire la crescita degli animali impediva il manifestarsi della xeroftalmia. - Tale sostanza era contenuta nel burro e nel latte.

Si concluse allora che, somministrando burro e latte ai soldati ammalati, questi sarebbero guariti. - Una dieta alimentare particolare confermò le ipotesi dei medici per i risultati soddisfacenti che si ebbero.

Nel 1916 MC COLLUM ed altri studiosi notarono che una determinata quantità di olio di fegato di merluzzo aveva gli stessi effetti di una corrispondente quantità di burro e, come quest'ultimo, possedeva l'azione antirachitica e antixeroftalmica.

---

(1) STEPP W.: Die Vitamine und ihre Anwendung. Stuttgart. 1941.

STEEBOCK [1]) tre anni dopo, osservò che l'attività di questa sostanza - ormai chiamata vitamina A - era legata all'intensità della colorazione gialla di alcuni vegetali. - Si iniziò da questo punto lo studio sui carotenoidi e si cercò di trovare il rapporto che c'era tra loro e la vitamina A.

VON EULER e HELLSTRÖM [2]) in collaborazione a KARRER e WALKER [3]) constatarono che i caroteni davano la stessa reazione della vitamina A se trattati con tricloruro di antimonio.

Nel 1930 MOORE [4]) scoprì che l'ingestione di carotene aveva per conseguenza un accumulo di vitamina A nel fegato. - VON EULER e HELLSTRÖM dimostrarono poi che la carotina veniva trasformata in vitamina A nel fegato degli animali stabilendo così che la carotina stessa rappresentava la provitamina A dimostrando esaurientemente la relazione fra carotina e vitamina.

Visto lo stretto legame che intercorre tra le due sostanze sentiamo la necessità di dare alcune notizie sui caroteni.

I caroteni.

Sono delle sostanze insature ed appartengono ai polieni. - Costituiscono i pigmenti gialli e giallo-rossi dei vegetali. - Vennero chiamati caroteni da «carotina» sostanza colorante rossa della carota isolata da WACHENROEDER nel 1826.

Le successive ricerche hanno dimostrato che tali pigmenti sono assai diffusi nel regno vegetale, si trovano sempre nelle foglie verdi e nelle frutta insieme alla clorofilla ed alla xantofilla.

Negli organismi animali sono contenuti solo in piccole quantità nel grasso, nel siero del sangue e nel latte.

Il nome di carotina o carotene è conservato generalmente alla miscela di tre isomeri, quale si presenta generalmente in natura.

Nel 1931 contemporaneamente KARRER, HELFENSTEIN, WERCHER [5]) e KUHN riuscirono a separare per frazionamento dei caroteni due costituendi.

(1) STEENBOCH H.: «Science» 1919 N. 50 pag. 552.
(2) VON EULER — HELLSTRÖM: Svensk. Kem. Tidskr. 1928 N. 40 pag. 256; Biochem. Z. 1928 N. 203 pag. 370.
(3) VON EULER — KARRER — WALKER: Helv. ch. Acta. 1930 N. 13 pag. 1078.
(4) MOORE: Lancet. 1929 N. 23 pag. 380.
(5) KARRER — HELFENSTEIN — WERCHER: Helv. ch. Acta. 1931 N. 14 pag. 614.

— il *beta* *) carotene otticamente inattivo e poco solubile;
— l'*alfa* carotene solubilissimo e destrogiro;

Più tardi KUHN e BROCKMANN [1]) scoprirono un terzo isomero:
— il *gamma* carotene pure otticamente inattivo.

Esiste infine un quarto isomero la cui costituzione non è ancora ben nota, ma che ci interessa relativamente non essendo una provitamina A.

WILLSTÄTTER e MIEG stabilirono la formula bruta del *beta* carotene $C_{40}H_{56}$ e la caratteristica di essere molto autoossidabile.

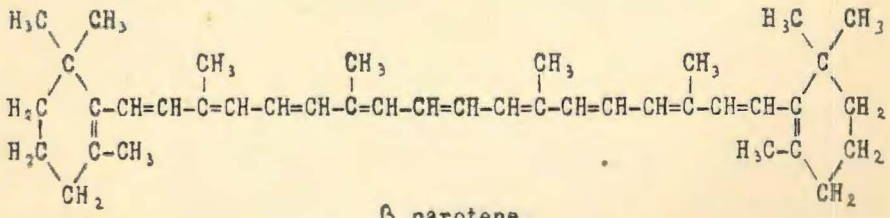
Se si tratta il *beta* carotene con idrogeno si vede che il colore della sostanza si attenua. - Una molecola di *beta* carotene fissa 22 atomi di idrogeno e si trasforma in un composto $C_{40}H_{78}$ il quale differisce dalla paraffina ($C_{40}H_{82}$) soltanto per 4 atomi di idrogeno.

ZECHMEISTER e coll. pensarono che il *beta* carotene doveva possedere per una lunga parte della sua molecola una struttura alifatica ed avere 11 doppi legami.

KARRER e HELFENSTEIN, seguendo il metodo ossidativo, arrivarono ad una più precisa conoscenza della formula di costituzione del *beta* carotene. - Per azione del permanganato potassico si ottennero 4 molecole di acido acetico, acido dimetilglutarico, dimetilsuccinico, dimetilmalonico. - Per azione dell'ozono sul carotene si ebbe formazione di acido geronico, il quale si ricava con lo stesso processo dal *beta* ionone.

In seguito ad esperienze quantitative apparve evidente che una molecola di *beta* carotene forniva circa il doppio di acido geronico di una molecola di *beta* ionone. Risultò così che il *beta* carotene conteneva due anelli iononici.

KARRER concludeva che ai due anelli del carotene si dovevano fissare quattro radicali isoprenici (vedi in seguito) per cui KARRER - da diversi risultati - proponeva per il *beta* carotene la seguente formula strutturale:



β carotene.

(1) KUHN — BROCHMANN: Ber. 1933 N. 66 pag. 407.

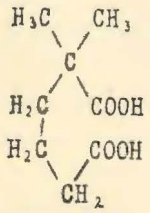
(*) Per difficoltà tipografiche siamo costretti a sostituire la lettera greca con la verbale dicitura.

Il *beta* carotene è otticamente inattivo. Si ricava dalle foglie del cavolfiore, da quelle degli spinaci e dal burro. - Secondo alcuni autori si trova anche nel siero del sangue. - È la vera provitamina A.

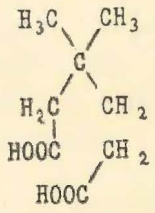
L'*alfa* carotene si differenzia dall'isomero *beta* per una diversa disposizione dei doppi legami nell'anello. - La sua molecola contiene ad un'estremità il nucleo del *beta* carotene (*beta* ionone) e nell'altra estremità il nucleo dell'*alfa* ionone, diverso dal *beta* per diversa posizione del doppio legame.

L'atomo di C dell'*alfa* ionone al quale è attaccato il resto della molecola essendo asimmetrico determina l'attività ottica $[alfa]^{20}_{D} = + 323^{0}$.

Per ossidazione si ottiene acido geronico ed acido isogeronico



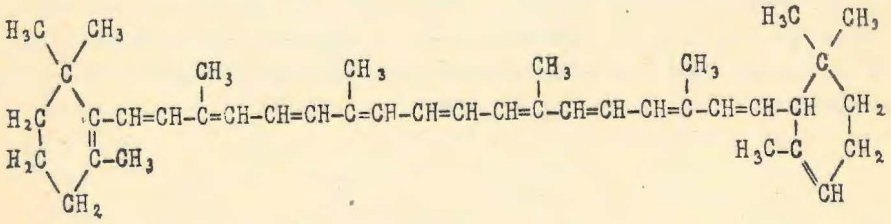
ac. geronico



ac. isogeronico

il che significa che nella molecola sono sicuramente presenti l'*alfa* e il *beta* ionone.

Ne risulta che la struttura dell'*alfa* carotene secondo KARRER, MORF e WALKER è la seguente:

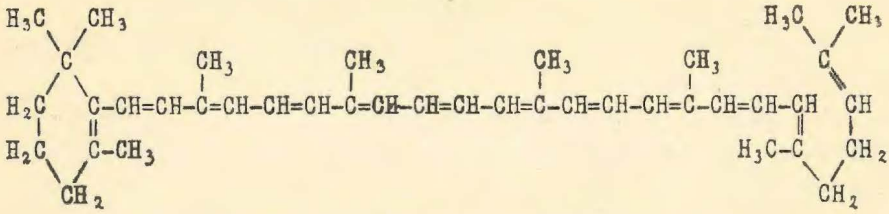


alfa carotene

Detta sostanza si ottiene dall'olio rosso di palma.

Il *gamma* carotene ha una costituzione un po' diversa dai precedenti. Ha 12 doppi legami, una metà della sua molecola è uguale al *beta* carotene, l'altra metà è uguale al licopene; è contenuto nei frutti di Gonocarpum pyriforme.

KUHN e BROCKMANN stabilirono per il *gamma* carotene la seguente formula:



γ carotene

Oltre ai tre isomeri *alfa* - *beta* - *gamma* del carotene si conoscono altre provitamine A naturali: la criptoxantina e l'echinenone. Anche alcuni derivati artificiali del carotene possono venir considerati delle provitamine A; ad esempio il diidro *beta* carotene, il diidro *alfa* carotene, l'ossido di carotene ed altri.

Tutte le provitamine A, sia naturali che artificiali hanno in comune che contengono almeno un ciclo di *beta* ionone intatto.

Formazione dei caroteni nei tessuti.

VON EULER e KLUSSMANN [1]) trovarono che i caroteni si rinvenivano sovente dove aveva luogo un processo di assimilazione. - Possiamo ritenere che gli stessi sistemi enzimatici intervengono sia nella formazione della clorofilla che del carotene.

È facile osservare, sopratutto nelle frutta in via di maturazione, la scomparsa della clorofilla con simultanea formazione dei coloranti polienici.

Fonti naturali.

Contenuto in mg di carotina per 100 g di sostanza:

Spinaci	8,6	Pomodori	2.-
Carote	5,2	Burro	0,75
Cavolfiore	5,1	Lenticchie	0,2
Prezzemolo	3,-	Piselli	0,1

(1) VON EULER — KLUSSMANN: Svensk. Kem. Tidskr. 1929 N. 44 pag. 177.

Estrazione.

Di solito la carotina si estrae dalle carote, benchè ne contenga meno di altri vegetali.

Per estrarla, si sminuzzano le carote, si essicano a 40-50°, si macinano e si mettono in percolatore usando etere di petrolio quale solvente.

L'*alfa*, il *beta* ed il *gamma* carotene vengono separati in seguito per mezzo di cristallizzazioni frazionate.

Unità Internazionali e fabbisogno.

1 g di *beta* carotene = 1.670.000 U.I.

1 U.I. = 0,6 *gamma* di *beta* carotene = 1,5 Unità Schermann.

Una *Unità Schermann* corrisponde alla quantità di vitamina A che, presa giornalmente, produce una crescita media di peso settimanale di 3 g nei ratti alimentati senza vitamina A. - Questa stessa dose porta alla guarigione delle alterazioni oculari dopo 5-8 settimane.

Il fabbisogno per gli adulti va dal 3 ai 6 mg di *beta* carotene al giorno.

Un eccesso di *beta* carotene viene immagazzinato in alcuni organi ed in particolare nella zona corticale delle capsule surrenali, reni ecc.

Quando l'organismo è incapace di trasformare la carotina in vitamina A, il pigmento si accumula nei tessuti ed in particolare in quello delle palme delle mani o delle piante dei piedi provocando la cosiddetta xantocromia carotinoidea.

La vitamina A.

La vitamina A è oggi conosciuta anche con il nome di Axeroftolo, Vitamina della crescenza, Vitamina antixeroftalmica. - Un tempo la si designava come Fattore liposolubile A, Biosterolo, Oftalmina.

Costituzione chimica.

I primi saggi eseguiti con l'olio di fegato di pesci mostrarono che, per lo studio della vitamina A era necessario scegliere un materiale che la contenesse in forte concentrazione. - A tale scopo si scelse l'olio di fegato di Hippoglossus.

KARRER [1]) riuscì con diversi processi ad ottenere un estratto circa 500 volte più concentrato del prodotto originale.

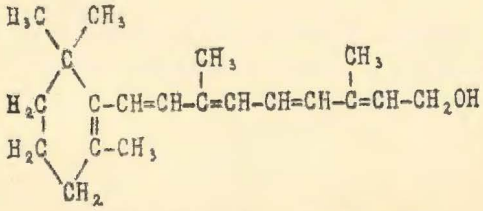
Sull'estratto purificato si iniziarono gli studi per identificare la costituzione chimica della vitamina A.

Si vide che l'estratto poteva venire esterificato, si trattava dunque di un alcool.

Per idrogenazione catalitica la vitamina A assorbe 5 H_2, cioè possiede nella molecola cinque legami etilenici ed ha i caratteri di un poliene del tipo carotenico (dà infatti le reazioni colorate con tricloruro di antimonio).

L'analisi elementare e la determinazione del peso molecolare fecero pensare ad una formula bruta $C_{20}H_{30}O$.

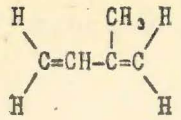
Tenendo conto di tutti questi fatti KARRER ed i suoi collaboratori MORF e SCHOPP [2]) assegnarono alla vitamina di crescenza la seguente formula di costituzione.



Vitamina di crescenza

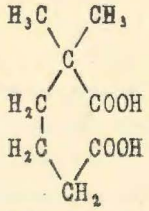
(1) KARRER — MORF — SCHOPP: Helv. ch. Acta. 1931. N. 14 pag. 1037 e 1131.
(2) KARRER — MORF — SCHOPP: Helv. ch. Acta. 1931 N. 14 pag. 1431.

la catena laterale alifatica risulta costituita da due residui dell'isoprene.



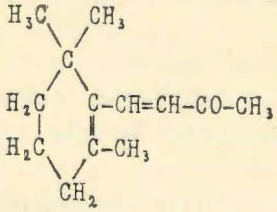
Isoprene

Per ossidazione con ozono si ha formazione di acido geronico;



acido geronico

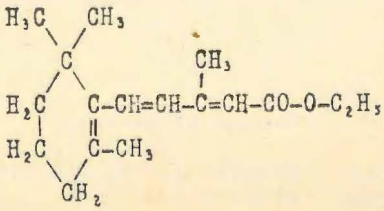
di conseguenza nella molecola della vitamina A è contenuto l'anello del *beta* ionone.



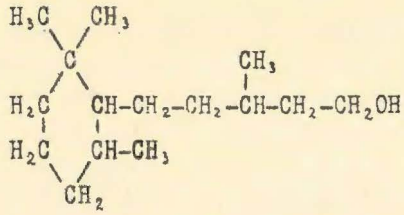
β ionone

Che la struttura chimica sia veramente quella che KARRER ed i suoi collaboratori avevano assegnato, viene confermato dalla sintesi della peridrovitamina A (identica al prodotto di idrogenazione catalitica della vitamina A).

Seguendo il metodo Reformatsky si condensa il *beta* ionone con bromo acetato di etile e si ottiene il seguente estere:

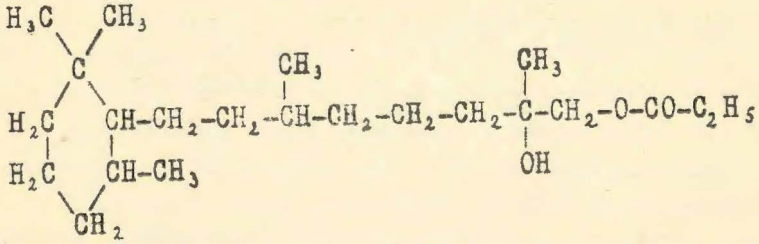


che per idrogenazione catalitica e successiva riduzione con alcool e sodio dà il seguente alcool saturo

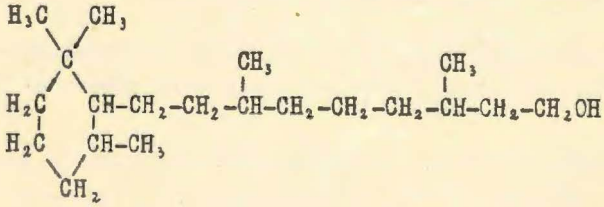


Condensando il bromo-derivato di quest'alcool con l'etere monosodio malonico e decarbossilando successivamente si ha il metil - 5 - trimetil - cicloesil - 7 - eptanoico il cui cloro-derivato trattato con ioduro di zinco metile forma il chetone corrispondente.

Infine dalla condensazione di questo chetone con il bromoacetato di etile in presenza di zinco si ha il seguente ossi-estere:



Per riduzione del suo bromo-derivato si ha sostituzione dell'OH con H e l'estere così ottenuto per riduzione dà la peridrovitamina A:



Peridrovitamina A .

Il prodotto sintetico venne confrontato con la peridrovitamina A ottenuta per riduzione della vitamina A e si osservò che i due prodotti erano assolutamente identici.

Fonti naturali.

Possiamo dire in generale che soltanto l'olio di fegato dei pesci è ricco di vitamina A libera. - Il latte contiene una quantità variabile secondo la stagione e l'alimentazione. - La carne contiene un quantitativo esiguo.

Contenuto in mg di vitamina A per 100 g di sostanza:

Olio di fegato di Fletan	1500	Burro	2
Olio di fegato di storione	130	Tuorlo d' uovo . . .	2
Olio di fegato di merluzzo	22	Anguille	1,6
Fegato di vitello	6	Latte di donna . . .	0,2
Fegato di maiale	5	Latte di mucca . . .	0,15

Unità internazionali e fabbisogno.

1 g di vitamina A alcool equivale a 4.500.000 U.I.

1 g di *beta* carotene (provitamina A) = 1.670.000 U.I.

Il fabbisogno giornaliero per un adulto è di 1 mg di vitamina A (corrispondente a 3 mg. di provitamina - *beta* carotene).

Nella donna durante la gravidanza e l'allattamento il fabbisogno è superiore.

Caratteristiche e proprietà della vitamina A.

La vitamina A è una sostanza di origine esclusivamente animale. - L'organo più ricco è il fegato, in particolare quello di Fletan (Hippoglossus).

Nel fegato dell'uomo si trovano soltanto quantità piccolissime. - WENDT [1]) sostiene che non vi è passaggio di vitamina A dalla madre al feto, poichè la placenta ne risulta del tutto priva.

Il fegato del neonato però è ricchissimo in contenuto di vitamina A.

È stato inoltre provato che il colostro è talvolta ben cento volte più ricco di vitamina A che il latte normale.

(1) WENDT: Klinische Woche. 1936 N. 15 pag. 222.

La vitamina A è un liquido oleoso, di color gialletto, alterabile all'aria. - Distilla senza venir decomposta a 137°-138° alla pompa a vapori di mercurio alla pressione di mm. 0,00001.

Se si sottopone il prodotto ottenuto a forte raffreddamento, si separa un corpo cristallino color giallo che costituisce la pura vitamina A alcool. p.f. 64° C.

La vitamina A, essendo un alcool, esterifica con gli acidi. - Gli esteri più noti sono: il benzoato, il *beta* naftolato, il palmitato.

È insolubile in acqua, è solubile invece nei solventi dei grassi e nei grassi stessi.

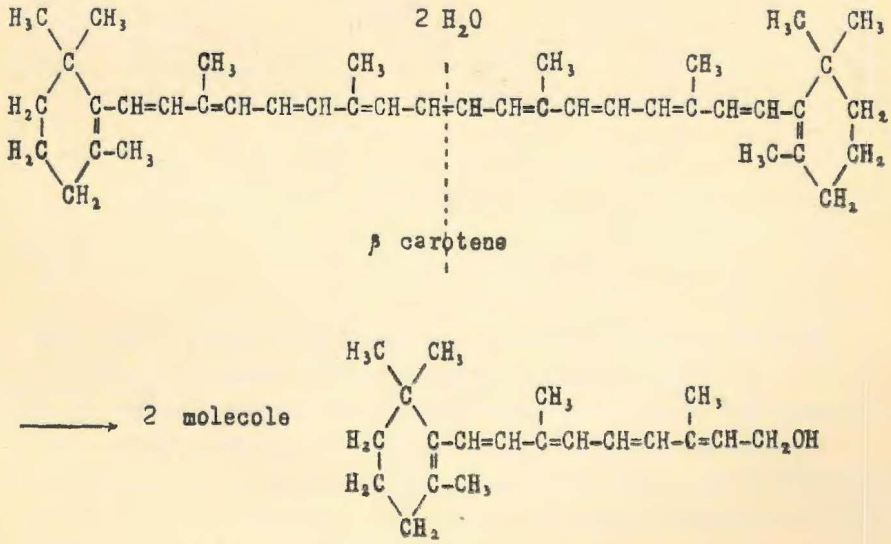
Il fattore A, riscaldato sopra i 100° perde le sue proprietà fisiologiche. - Anche la luce esercita sulla vitamina A un'azione deleteria e perciò la si deve conservare in recipienti scuri.

Passaggio dal carotene alla vitamina A.

MOORE ha potuto dimostrare come avviene la trasformazione del carotene in vitamina A.

Tale trasformazione corrisponde semplicemente ad una scissione della molecola per idrolisi.

Osserviamo per es. il *beta* carotene.

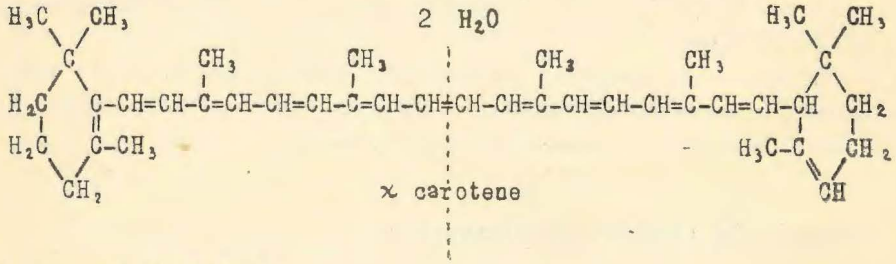


- Vitamina A -

Dal *beta* carotene si ottengono quindi 2 molecole di vitamina A e questo, per la presenza di due gruppi *beta* iononici nella molecola del *beta* carotene.

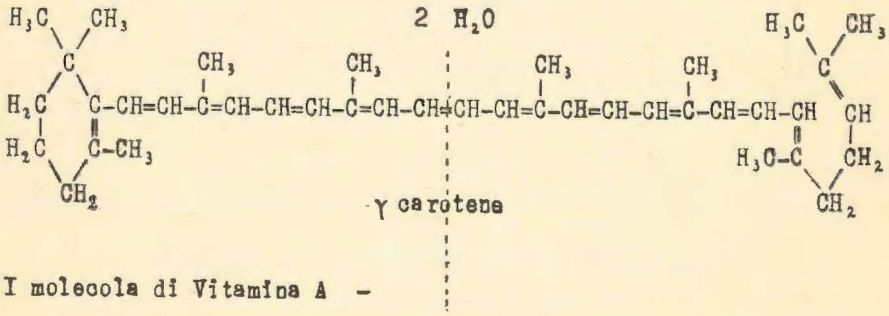
Dall'*alfa* carotene, pure per idrolisi, si ottiene invece una sola molecola di vitamina A poichè l'*alfa* carotene possiede un solo gruppo *beta* iononico che è il vero fautore dell'azione vitaminica.

Il gruppo *alfa* iononico infatti non esercita alcuna azione biologica.



1 molecola di Vitamina A.

Pure una sola molecola di vitamina A si ottiene dal *gamma* carotene. - La sua costituzione mostra che una metà della molecola è uguale al *beta* carotene e possiede quindi il gruppo *beta* iononico, l'altra metà invece è una licopina fisiologicamente inattiva.



- I molecola di Vitamina A -

MOORE [1]) sostiene che nel ratto vivo il carotene si trasforma in vitamina A. - La capacità del fegato di trasformare il carotene in vitamina A è diversa a seconda delle diverse specie di animali.

Facendo alcune ricerche sulla vitamina A e sul *beta* carotene, MOORE [2]) trovò che queste due sostanze erano equivalenti dal punto di vista delle dosi minime agenti sui ratti.

(1) MOORE: Biochem. J. 1929 N. 23 pag. 1927 - Lancet. 1929 pag. 499.
(2) MOORE: Biochem. J. 1933 N. 27 pag. 888.

Tale esperienza lo portò a concludere che a piccole dosi il carotene veniva trasformato quantitativamente nell'organismo.

VON EULER, KARRER e ZUBUYS [1]) invece affermarono che le dosi giornaliere minime per i ratti sono notevolmente più piccole per la vitamina A che per il *beta* carotene.

ALCOTT e MC CANN [2]) annunciarono, nel 1931, di essere riusciti ad ottenere «in vitro» la vitamina A partendo dal carotene e lavorando su fegato di ratto o estratti di questo. - In base a tali esperimenti PATIENTE e RALLI pensarono all'esistenza di un fermento «la carotenasi» presente nel fegato.

La trasformazione della provitamina in vitamina A avviene senza difficoltà nell'organismo sano. - Nell'organismo malato invece è di molto alterata o non avviene affatto.

Per insufficienza epatica e tiroidea si ha subito la xantocromia.

Anche negli organismi deboli, nei tubercolotici, per il loro ricambio nutritizio rallentato, si verifica lo stesso fenomeno.

La xantocromia si nota spesso anche nelle persone anziane; tale manifestazione è dovuta ad una diminuzione delle capacità ossidative del loro arganismo.

L'incapacità di trasformazione della provitamina in vitamina A porta a stati patologici caratteristici dell'avitaminosi.

In questi casi conviene somministrare soltanto vitamina A libera e non carotina.

Metodo di estrazione.

Si parte per es. da 10 Kg. di fegato di tonno finemente triturati, si fanno bollire, con refrigerante a ricadere, con una soluzione di 5 Kg. di alcool etilico al 50% in acqua contenente Kg. 1.600 di idrato potassico.

Si fa bollire per 3 ore in corrente di azoto. - Dopo raffreddamento si aggiungono 4 litri di acqua e si estrae con 8 litri di etere di petrolio. - Poi l'etere si separa e lo si tratta con 500 cc. di alcool etilico al 50% per eliminare il sapone eventualmente presente.

L'etere di petrolio lavato si essica con solfato sodico secco e poi si distilla in corrente di azoto.

Si ottiene così un residuo oleoso giallo aranciato. - Lo si tratta con un litro di alcool metilico puro. - Si precipitano le colesterine raffred-

(1) VON EULER — KARRER — ZUBUYS: Helv. ch. Acta. 1933 N. 16 pag. 24.
(2) ALCOTT — MC CANN: J. Biol. Chem. 1931 N. 194 pag. 223.

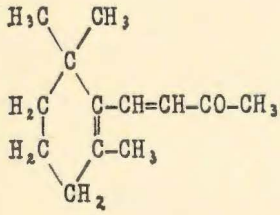
dando fino a - 25° e poi si filtra per aspirazione. - Il filtrato si distilla a b.m. in corrente di azoto e quindi si aspira alla pompa per eliminare l'alcool metilico.

Rimane un residuo oleoso, colorato intensamente in rosso arancio contenente circa 220.000 U. di vitamina A e 45.000 U. di vitamina D per grammo.

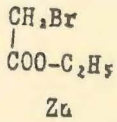
Sintesi della vitamina A.

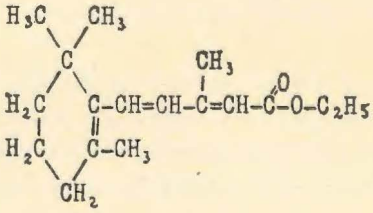
Nel 1937 KUHN riuscì a realizzare la sintesi della vitamina A partendo dal *beta* ionone attraverso l'estere dell'acido *beta* ioniliden acetico e da questo all'aldeide *beta* ioniliden acetica. - Per ottenere quest'aldeide KUHN e MORRIS [1]) usarono il metodo BRAUN [2]) passando attraverso l'orto toluide dell'acido *beta* ioniliden acetico a mezzo del reattivo di GRIGNARD.

Ed ecco i vari passaggi per la sintesi:



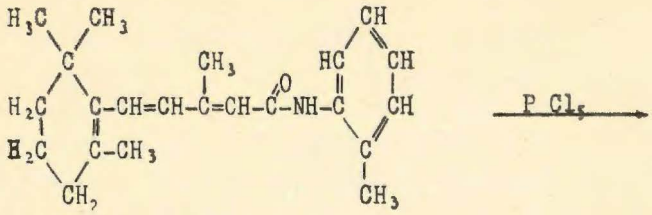
β ionone



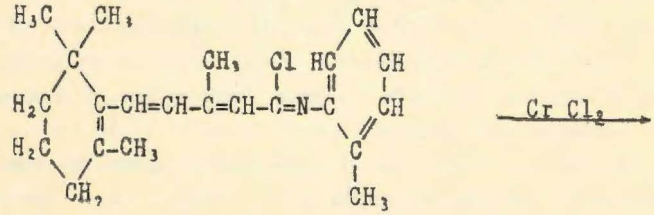


β ioniliden acetato di etile

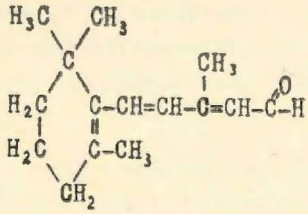
(1) KUHN — MORRIS: Ber. 1937 N. 70 pag. 853.
(2) VON BRAUN — RUDOLPH: Ber. 1934 N. 67 pag. 267 e 1735.



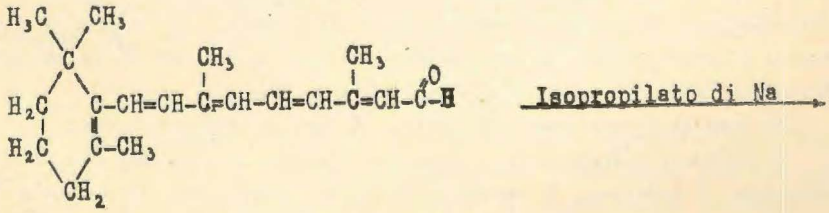
orto toluide dell'acido β ioniliden acetico

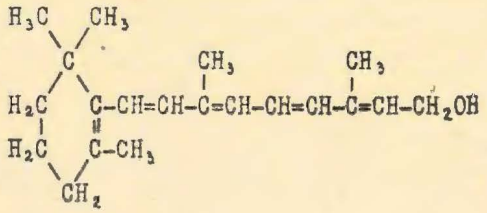


clorimide



β ioniliden acetaldeide.





Vitamina A alcool.

Procedimento di laboratorio.

beta *ioniliden acetato di etile:* Si sciolgono 100 g di *beta* ionone in una soluzione formata da 100 g di bromo acetato di etile in g. 200 di benzolo anidro e si riscalda fino all'ebollizione con refrigerante a ricadere. - Dall'alto del refrigerante si aggiungono lentamente a piccole dosi 50 g. di polvere di zinco. - Finita l'operazione si continua a mantenere l'ebollizione per ancora 3 ore.

Si raffredda poi e si versa il composto di zinco ottenuto in acqua acidulata con il 10% di ac. acetico.

Si aggiunge etere di petrolio, si agita e si lascia in riposo per alcune ore. La soluzione etere di petrolio-benzolo si separa, si lava con acqua acidulata all'1% di acido acetico e poi con acqua, infine con soluzione diluitissima di bicarbonato sodico.

Si essica su solfato sodico anidro. - Si elimina il solvente e si riscalda il residuo a 170° per eliminare il bromo acetato di etile che non ha reagito. Si rettifica nel vuoto a 162° alla pressione di 3 mm. Resa g. 120. -

Orto toluide dell'acido beta *ioniliden acetico:* Si prepara il reattivo GRIGNARD: g. 5,9 di tornitura di magnesio in 180 cc. di etere anidro e 35 g. di ioduro di metile. - Si lascia gocciolare a 0° una soluzione formata da g. 25,5 di ortotoluidina purissima in 50 cc. di etere anidro. - A questa soluzione, tolta dal ghiaccio, si aggiunge goccia a goccia una soluzione fomata da g. 32 di *beta* ioniliden acetato di etile in 50 cc. di etere anidro. - A reazione finita si decompone il prodotto ottenuto con una soluzione di acido cloridrico N/10 ghiacciata. - Si separa lo strato etereo il quale viene lavato prima con una soluzione N/10 di acido cloridrico, poi con acqua e poi con soda N/20.

Se non si avesse reazione neutra si lavi ancora con acqua.

Si essica su solfato sodico secco e si rettifica in corrente di azoto per eliminare il solvente. Il residuo, di g. 41, costituisce l'orto toluidide pronta per le ulteriori trasformazioni senza bisogno di venire rettificata.

beta *ioniliden acetaldeide:* Si versano lentamente 21 g. di orto toluidide in una soluzione formata da g. 13,6 di pentacloruro di fosforo in 50 cc. di benzolo puro alla temperatura di 0° allo scopo di ottenere la clorimide intermedia.

Si elimina il benzolo per distillazione ed il residuo si scioglie in 30 cc. di etere purissimo. - A questa soluzione si fa gocciolare in ambiente di azoto una sospensione di cloruro cromoso in etere recentemente preparata e formata da g. 55 di acetato di cromo cristallino, g 19 di acido cloridrico e 250 cc. di etere.

La reazione è finita dopo un'ora e mezza di agitazione. - Si versa quindi in acqua, si separa l'estratto etereo che viene seccato su solfato sodico e quindi in ambiente di azoto si elimina il solvente. - Il residuo è dato da un'olio bruno che costituisce l'aldeide grezza.

Tale residuo viene trattato con 100 cc. di una soluzione acquosa al 10% di acido ossalico e lo si distilla in corrente di vapore in atmosfera di azoto o anidride carbonica.

Il distillato viene estratto con etere e si essica questa soluzione eterea su solfato sodico in ambiente di azoto e il residuo si rettifica a 110° sotto una pressione di mm. 0,0001. - Si ottengono così g. 4 di un liquido mobile leggermente giallo che costituisce l'aldeide *beta* ioniliden acetica.

Vitamina A. - Ad una soluzione formata da g. 3,9 di aldeide *beta* ioniliden acetica, g. 0,05 di piperidina, g. 0,05 di acido acetico glaciale e cc. 0,05 di alcool assoluto, si lascia scendere goccia a goccia nello spazio di un'ora agitando in corrente di azoto g. 1,5 di aldeide *beta* metil crotonica. - Il liquido colorato in bruno scuro viene lasciato per una notte a temperatura ambiente.

Si estrae con etere, si tratta con poco acido cloridrico diluito, per salificare la piperidina che viene eliminata per separazione; la soluzione eterea si lava dapprima con soluzione diluita di carbonato sodico; poi con acqua. - Si secca su solfato sodico.

Si svapora l'etere in corrente di azoto e si scioglie il residuo in 75 cc. di alcool isopropilico, si porta a 110° in atmosfera di azoto e si aggiungono g. 2 di isopropilato di sodio portando la temperatura fino a 120°.

In tal modo l'alcool isopropilico distilla.

Si torna a versare lo stesso alcool isopropilico distillato, ripetendo l'operazione 3-4 volte finchè dopo distillazione quest'alcool non dia più la reazione dell'acetone se trattato con p. nitro fenil idrazina in soluzione acetica.

Il residuo è ripreso a freddo con poco etere di petrolio a p.e. = 30° e quindi agitato con pochi cc. di acido fosforico 2 N. - Si estrae 2 o 3 volte con etere di petrolio, si riuniscono gli estratti eterei che si lavano almeno 3 volte con acqua distillata. - Si essicano su solfato sodico. Dopo eliminazione del solvente si ha un residuo di circa g. 3 che, purificato per adsorbimento cromatografico dà un valore in vitamina A del 7,5% circa.

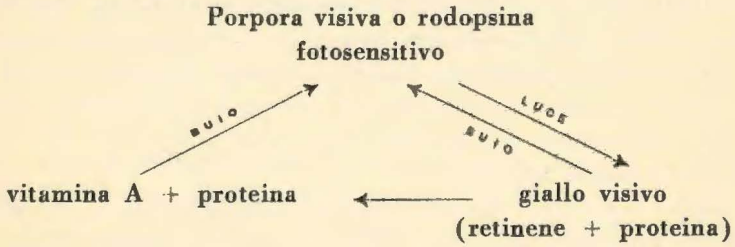
Le vitamine A_1 e A_2

Le ricerche di WALD [1]) e HECHT [2]) hanno dimostrato le relazioni esistenti fra vitamina A e porpora visiva o rodopsina. Quest'ultima è una proteina coniugata il cui gruppo prostetico, chiamato *retinene* appartiene al gruppo dei caroteni.

La vista è dovuta all'attività di piccolissimi elementi che si trovano nella retina. Tali elementi contengono la porpora visiva.

Per azione della luce sulla porpora visiva questa si dissocia nei suoi costituenti formando il *giallo visivo* che è una mescolanza di proteina e retinene. Il retinene si trasforma poi in vitamina A.

Nell'oscurità questo processo viene accompagnato da una parziale sintesi della rodopsina.



La rigenerazione della porpora visiva procede secondo l'aumento della sensibilità alla luce e con velocità tanto maggiore quanto maggiore è il contenuto della retina in vitamina A. Se questa manca o è scarsa, la sintesi avviene con molta lentezza o non avviene affatto. Si ha allora il fenomeno della cecità notturna e crepuscolare chiamato emeralopia.

WALD ha potuto dimostrare che nella retina dei mammiferi, delle rane e dei pesci di acqua salata è contenuta la *rodopsina*. - Essa costituisce il pigmento colorato rosa che può venire trasformato in vitamina A.

(1) WALD: Vitamines and Hormones. 1943 Vol. I pag. 195.
(2) HECHT: Ann. Rev. Biochem. 1942 Vol. II pag. 467.

Nei pesci di acqua dolce al posto della rodopsina si trova un'altro pigmento: la *porfiropsina*.

Anche la porfiropsina si trasforma in vitamina A nello stesso modo della rodopsina.

Osservando le loro bande di assorbimento è stato notato che sono diverse.

Da questa constatazione si è potuto confermare che ci sono due tipi di vitamina A.

Si chiamò vitamina A_1 quella che si ottiene per trasformazione della rodopsina. - L'altra si denominò vitamina A_2.

Rodopsina ⟶ $Retinene_1$ ⟶ Vitamina A_1

Porfiropsina ⟶ $Retinene_2$ ⟶ Vitamina A_2

VON EULER nell'esame biologico della vitamina A ha potuto dimostrare che l'azione della vitamina A_2 sulla crescita è 10 volte minore di quella della vitamina A comune.

Azione biologica della vitamina A.

Le prime osservazioni di HOPPKINS e STEPP sulla deficienza vitaminica fecero notare una diminuzione e persino l'arresto, totale della crescita, seguita da progressivo dimagramento ed infine dalla morte di giovani ratti. - Questa fu scongiurata quando i giovani ratti ricevettero al momento opportuno un estratto di rosso d'uovo o burro contenenti la vitamina liposolubile.

Per la sua azione sulla crescita la vitamina A venne perciò spesso denominata «vitamina della crescenza».

La sindrome carenziale è facilmente dimostrabile nell'animale giovane in via di accrescimento, nell'adulto invece si denota un progressivo dimagramento, anche qui seguito dalla morte.

Il primo fenomeno conosciuto come conseguenza della carenza di vitamina A fu la xeroftalmia (se si lascia in disparte l'arresto o il ritardo della crescita sia nei fanciulli che nei giovani ratti).

BLOCH [1]) e BLEYAD nel 1924 avevano già cominciato a studiare i rapporti esistenti tra la xeroftalmia e regime alimentare.

Nel 1928 OSBORNE e MENDEL, osservando la tendenza alle infiammazioni oculari di animali sottoposti ad un regime alimentare privo di vitamina A ne descrissero minutamente le alterazioni:

(1) BLOCH: Ill. of Dairy Science. (U. S. A.) 1924 N. 7 pag. 1.

La prima manifestazione è data da una leggera secrezione al bordo libero delle palpebre che si gonfiano. - Dopo alcuni giorni compaiono delle crosticine sul bordo stesso e secchezza (xerosi) seguita da ulcerazione della congiuntiva e della cornea.

MORI ha trovato che il primo disturbo si ha a carico delle ghiandole lacrimali, con diminuzione della secrezione a cui segue la xerosi.

Il secondo stadio dell'affezione oculare viene chiamato cheratomalacia. - La cornea già disidratata si rammollisce ed in seguito si sfalda.

Sembra però che queste tappe non siano che una conseguenza indiretta dell'avitaminosi A, nel senso che dipendono dall'impianto successivo di batteri.

SAMPAOLESI nel 1927 ha isolato dal seno congiuntivale di ratti in regime carenzato un bacillo pseudodifterico il quale si trova pure nei ratti sottoposti a dieta normale, ma con frequenza molto minore e senza che si produca alcuna lesione oculare. - In condizioni normali la virulenza del bacillo è limitatissima. - Si può pensare quindi che nello stato carenziale si abbia un aumento numerico del germe accompagnato anche da un aumento della sua virulenza.

Il rapporto tra i disturbi oculari dell'uomo e mancanza di vitamina A è ammesso ormai da diversi anni. - Sin dal 1904 MORI descriveva nei bambini giapponesi sotto il nome di «likan» una malattia caratterizzata da xerosi congiuntivale, secchezza delle palpebre e dei capelli e dimagramento prevenibile con la somministrazione di fegato di pollo oppure olio di fegato di pesci.

Nel 1918 BLOCH specificò che i disturbi oculari dei bimbi danesi erano dipendenti da carenza di fattore A. Con l'introduzione di burro nell'alimentazione ordinaria la xeroftalmia infantile diminuì fortemente nel 1919.

WIELAND nel 1934 descrisse la cheratomalacia in un lattante di 14 giorni perchè nutrito con latte di donna scremato. - Il caso migliorò rapidamente con la somministrazione di olio di fegato di merluzzo.

Un'altra interessante manifestazione dovuta all'avitaminosi A è data dall'emeralopia [1]) o cecità notturna. - Tale sintomo venne messo in evidenza per la prima volta da FREDERICIA e HOLM [2]) nel 1925 in

(1) HESS — KIRBKBY: Amer. J. Publ. Healt. 1933 N. 23 pag. 935; concernente l'apparizione simultanea di oftalmia e cecità notturna.

(2) FREDERICIA — HOLM: Amer. J. Physiol. 1925 N. 73 pag. 63.

seguito ai loro studi sulla rigenerazione del pigmento rosso della retina. - Essi sostennero che l'emeralopia era dovuta a scarsissimo adattamento della retina all'oscurità per cui si aveva cecità già alla luce crepuscolare.

Quando i ratti (in dieta carenzata) da un ambiente fortemente illuminato passano ad uno in penombra, la rigenerazione della porpora visiva avviene assai lentamente.

Sappiamo che, secondo WALD [1]) la porpora visiva e gli altri pigmenti dell'occhio sono elaborati dalla vitamina A.

Come abbiamo già detto la porpora visiva è un composto proteico, costituito da una proteina semplice e un gruppo prostetico dato dalla vitamina A. - La porpora, per azione della luce viene trasformata in giallo visivo che di nuovo si scompone per dare una proteina e vitamina A che verrà utilizzata per rigenerare la porpora visiva.

Si spiega così la deficente formazione di porpora visiva in caso di avitaminosi A e la conseguente emeralopia.

Determinando il grado di emeralopia FRIDERICHSEN ed EDMUND [2]) hanno trovato il modo di indicare e precisare l'avitaminosi anche se leggera nei bimbi.

Casi di emeralopia in forma endemica furono constatati tra i prigionieri austriaci in Russia durante la prima guerra mondiale e tra i contadini russi nell'epoca dei digiuni che precedevano le feste religiose durante le quali erano proibiti cibi animali e la dieta - di conseguenza - era rigidamente vegetariana.

Altra funzione della vitamina A è quella di conservare l'integrità sia anatomica che funzionale dei tessuti epiteliali.

L'azione protettiva sull'epitelio per azione dei carotinoidi potrebbe avere una certa relazione con il fatto che un'alimentazione ricca di carote impartisce ai cavalli un pelo lucido.

È anche noto che, nei ratti sottoposti ad una dieta carenzata di vitamina A, l'ultimo periodo di vita è accompagnato da una nutrizione difettosa della pelle e da arruffamento dei peli.

Anche nell'uomo si notano dei fenomeni a carico della pelle nelle forme di avitaminosi A.

LOEWENTHAE riferisce di aver notato un segno visibile di deficienza del fattore A tra i prigionieri dell'Uganda. - Essi avevano una pelle secca con eruzioni papulose in più parti del corpo le quali avevano origine da alterazioni del follicolo pilosebaceo. - Questa forma di dermatosi compariva prima ancora che si notasse la xeroftalmia nei prigionieri stessi.

(1) WALD: Nature. 1934 N. 134 pag. 905 - 1935 N. 136 pag. 882.
(2) FRIDERICHSEN: Hospitalstid. 1936 N. 79 pag. 689.

MORI nel 1922 ha notato - in casi di avitaminosi A - una cheratinizzazione degli epiteli della laringe e della trachea. - L'apparato respiratorio diviene spesso sede di processi infiammatori acuti.

AROUS e VAN DER RIYST hanno descritto pure modificazioni del tipo ulcerativo a carico della mucosa dello stomaco.

Tale fatto è stato confermato nel 1933 da MANVILLE il quale nei ratti - in condizioni di avitaminosi A - ha trovato nella maggior parte dei casi lesioni alla mucosa gastrica che fecero pensare ad una vera e propria ulcera. - Il pH del succo gastrico che normalmente nei ratti è 3 - 4, nel caso di dieta carenzata scendeva a 2,5 - 3.

Per analogia a quanto si osserva negli animali da esperimento si deve pensare che anche nell'uomo il fattore A ha importanza nell'eziologia di alcune malattie infettive (bronco-polmoniti, otiti, ecc.).

A Bombay ad es. le infezioni dell'apparato respiratorio sono la causa di morte più comune nelle classi sociali dove abbondano i casi di xeroftalmia.

A questo punto possiamo aggiungere una manifestazione assai importante dell'avitaminosi A a carico della funzione riproduttiva.

Nella femmina del ratto si ha arresto dell'ovulazione e comparsa di uno stato permanente di estro o kolpocheratosi caratterizzato dalla presenza di cellule cheratinizzate nella vagina.

Nel maschio si nota invece una diminuzione accentuata della spermatogenesi.

In base a questa manifestazione HOLVEG e DOHRN [1]) hanno indicato il modo di misurare la carenza vitaminica A.

Lo stato di estro permanente viene guarito dopo ingestione di vitamina A o caroteni.

KRAMER e KINGSBURG [2]) nel 1924 attirarono l'attenzione sul rapporto esistente tra carenza vitaminica A e lo sviluppo di malattie infettive. - Durante l'inverno e la primavera del 1931-32 in un Istituto di ricerche si verificò un'epidemia di pasteurellosa (Bacterium Haemosepticum). - Nei 770 ratti in osservazione durante il periodo infettivo si ammalarono soltanto quelli che avevano ricevuto un'alimentazione priva di caroteni e di vitamina A [3]). - Uno studio sierologico su questo materiale da esperimento dimostrò che l'effetto protettivo del carotene non si esplicava per una maggior formazione di anticorpi.

(1) HOLVEG — DOHRN: Z. f. ges. Exp. Med. 1930 N. 71 pag. 792.
(2) KRAMER — KINGSBURG: Brit. J. Exp. Path. 1924 N. 5 pag. 300.
(3) VON EULER: Bull. Soc. Chim. Biol. 1932 N. 14 pag. 833.

A che cosa sia dovuta la maggiore suscettibilità alle affezioni degli animali carenzati non si sa ancora con precisione.

Alcuni autori la fanno dipendere da un'attenuazione dei mezzi di difesa umorali.

La diminuita resistenza alle invasioni batteriche propria dell'avitaminosi A, è stata dimostrata da alcune esperienze di SEIDMON e ARNOLD (1932) i quali, avendo fatto ingerire a ratti bianchi carenzati una quantità considerevole di bacilli tifici ed avendoli ricercati 30', 60' dopo negli organi interni hanno visto che i bacilli erano molto più numerosi che negli stessi organi di ratti normali, concludendo per un'abnorme permeabilità intestinale ai batteri nel corso di carenza del fattore A, dovuta ad alterazione dei tessuti epiteliali.

Sintomi di incoordinazione motoria furono notati nel 1914 da HART e MC COLLUM a carico di alcuni maiali tenuti a speciali diete. - Tali sintomi scomparivano somministrando burro agli animali.

Una dieta di cereali causò nei cani degenerazione delle fibre nervose del midollo (MELLANBY) prevenibile mediante olio di fegato di mammiferi, burro e caroteni. - Si suppose allora che la deficienza di vitamina A nei cereali aveva provocato la sindrome e le alterazioni del sistema nervoso centrale.

ZIMMERMANN nel 1933 trovò nei ratti sottoposti a dieta priva di fattore A lesioni a carico del sistema nervoso consistenti in una degenerazione delle guaine mieliniche del nervo sciatico e del plesso brachiale.

Nell'uomo, sugli eventuali rapporti tra lesioni del sistema nervoso e avitaminosi A non si può dire ancora una parola definitiva.

Un'altra manifestazione frequente dell'avitaminosi A è la formazione di calcoli nella vescica e vescichetta biliare. - ROFFO nel 1929 notò in alcuni topi calcolosi delle vie urinarie. - VON LEERSUM nel 1932 descriveva la produzione di concrementi nei reni di ratti carenzati. -

La calcolosi sembra stia in rapporto con le modificazioni degenerative degli epiteli.

Non si può ancora estendere con sicurezza all'uomo il concetto che le varie forme di calcolosi abbiano relazione con una deficenza di fattore A nella diete.

Il rapporto tra vitamina A e lo sviluppo di tumori ha richiamato l'attenzione di molti ricercatori perchè numerose osservazioni avevano dimostrato a carico delle mucose degli animali carenzati in fattore A, la presenza di fatti proliferativi che sono stati considerati come lesioni precancerose. - HARDE perciò nel 1932 consigliò la somministra-

zione abbondante di vitamina A a scopo profilattico e curativo contro i neoplasmi in genere.

È nota anche l'azione cicatrizzante della vitamina A. Infatti bruciature e piaghe trattate con questo farmaco guariscono facilmente.

È utilissimo somministrare vitamina A anche dopo l'interventi chirurgici poichè l'anestesia generale provoca diminuzione della riserva epatica.

Antagonismo tra vitamina A e tiroxina.

La scuola di VON EULER ha dimostrato che la vitamina A si comporta come antagonista della tiroxina per quanto riguarda l'accrescimento corporeo degli animali.

Se l'azione della tiroxina viene saggiata con l'usuale metodo della metamorfosi dei girini, si constata che, detta azione può venir ostacolata mediante aggiunta del fattore A. - CHEVALIER sostiene che se la tiroxina aumenta il metabolismo basale, la vitamina A ha azione opposta.

Nelle prime ricerche su tale antagonismo si propose di saggiare sistematicamente l'azione dei caroteni sullo sviluppo del morbo di BASEDOW.

I risultati di questi studi vennero riportati dallo STEPP [1]) in una sua monografia.

Si consiglia quindi una terapia vitaminica A nella forme ipertiroidee.

Ipervitaminosi.

Dosi notevoli di vitamina A possono provocare gli stessi fenomeni che si riscontrano nei casi di carenza.

Secondo DAVIES e MOORE (1934) un eccesso di fattore A somministrato ai ratti giovani provoca dimagramento, caduta del pelo e talvolta lesioni polmonari ed ossee.

Alcuni autori sostengono che l'ipervitaminosi avviene solo se l'organismo ha già uno squilibrio alimentare per carenza di vitamina B.

Nel caso di grande accumulo nell'organismo di carotina si ha la xantocromia carotinoidea.

(1) STEPP KÜHNAN — SCHROEDER : « Die Vitamine » Stuttgart Enke. 1936.

Reazioni chimiche e determinazione quantitativa.

La migliore reazione per il riconoscimento della vitamina A è quella di CARR e PRICE.

Si opera con tricloruro di antimonio e cloroformio, in presenza di vitamina A e provitamina si ha colorazione azzurra.

Il metodo per ottenere la determinazione quantitativa è il seguente:

1 cc. di soluzione cloroformica contenente il 10% dell'olio da titolare si addiziona di 2 cc. di soluzione cloroformica di tricloruro di antimonio e si misura l'intensità di colorazione ottenuta confrontandola con una soluzione campione. - Ci si può servire anche di un comune colorimetro. - La lettura si fa dopo 30 secondi.

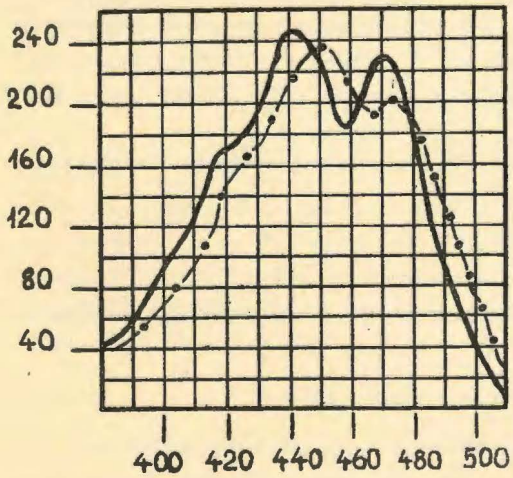
Il valore si esprime in quantità Loviboud, in unità bleu (CARR e PRICE) o in unità C.L.O. (Cod - Liver - Oil).

1 unità C.L.O. = 10 unità bleu = 50 unità Loviboud = 208 U.I. = 125 *gamma* di vitamina A.

La seconda conferenza Internazionale per la preparazione standard delle vitamine ha riconosciuto quale metodo di determinazione quantitativa quello spettrofotometrico basato sull'assorbimento dell'ultravioletto dei concentrati di vitamina A. - La banda di assorbimento 328 m. *u* è riconosciuta come caratteristica.

ARCANGELI [1]) sostiene che questo metodo può portare degli errori.

I caroteni in presenza di vitamina A vengono determinati per



—— Spettro di assorbimento dell'*alfa* carotene.

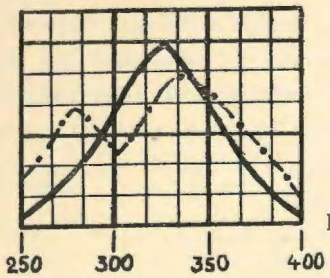
--- Spettro di assorbimento del *beta* carotene.

Fig. 1

(1) ARCANGELI: Rendic. Ist. Sup. Sanità. 1943 Vol. IV parte III pag. 448.

assorbimento cromatografico (Fig. 1) o per via colorimetrica, col metodo spettroscopico applicato dopo che è avvenuta la reazione di CARR.

Vitamina A_1 e A_2 si distinguono usando un metodo qualitativo e cioè per la differente fluorescenza che hanno alla luce ultravioletta. - La vitamina A_1 dà fluorescenza verde, la vitamina A_2 rossastra (Fig. 2).



—— Spettro di assorbimento della vitamina A_1.

—·— Spettro di assorbimento della vitamina A_2.

Fig. 2

Un altro metodo di dosaggio quantitativo dei prodotti vitaminici A o provitamine A è dato dalla determinazione della dose giornaliera minima che produce un effetto fisiologico determinato.

Il metodo diagnostico per via biologica dà dei risultati molto esatti, sembra pertanto che oggi sia ancora il più preciso.

Il metodo biologico si basa sul fatto ben noto che le manifestazioni di deficienza - risultanti da un apporto insufficiente di vitamina A - possono dare delle variazioni per addizione agli alimenti d'una quantità minima di vitamina A.

Invece che misurare la dose curativa minima della vitamina A (metodo curativo) si può anche determinare quale quantità è necessaria per avere la comparsa del sintomo di carenza (metodo profilattico).

Le dosi profilattiche minime costituiscono una decima parte della dose curativa.

I metodi biologici sono basati su tre azioni biologiche distinte della vitamina A:

a) influenza sulla crescita
b) protezione contro la xeroftalmia
c) protezione contro la cheratinizzazione della mucosa vaginale (kolpocheratosi).

Come soggetti di esperimento si usano i ratti.

a) L'azione della vitamina A e delle sue provitamine sulla crescita è stata molto studiata ed in particolare quella del *beta* carotene che venne scelto come campione.

L'unità di vitamina A è stata fissata dalla Conferenza del 1934 pari a mg. 0,006 di *beta* carotene.

Una preparazione dunque, contiene una unità internazionale quando nelle stesse condizioni produce il medesimo effetto Biologico di 0,6 *gamma* di *beta* carotene.

Non è molto semplice poter determinare la quantità giornaliera minimum che favorisce la crescita dei ratti: bisogna prima determinare e definire la crescita normale.

Noi consideriamo come dose quotidiana attiva minimum 2,5 *gamma* di *beta* carotene.

Per l'*alfa* carotene la dose è doppia.

b) Metodo di protezione contro la xeroftalmia.

L'azione della vitamina A e sua provitamina a riguardo della xeroftalmia servì occasionalmente a caratterizzarne l'attività.

In generale questo metodo di misura è poco raccomandabile perchè l'apparizione della xeroftalmia è sottomessa a condizioni individuali ed i sintomi della malattia degli occhi non scompaiono che quando si è già verificato un aumento della crescita.

c) Metodo della kolopocheratosi.

Questo metodo, sviluppato da HOHLWEG e DOHRN [1]) è basato sulla comparsa dell'estro permanente o kolpocheratosi in seguito e deficenza di vitamina A.

Tale metodo ha il vantaggio di permettere la determinazione dell'attività vitaminica A con l'aiuto di una sola dose.

Tuttavia alcuni autori asseriscono che quest'ultimo sia un metodo poco preciso.

Per dosare la vitamina A col sistema della kolpocheratosi si segue uno speciale procedimento. - Dei ratti castrati ricevono un'alimentazione priva di vitamina A. - Dopo tre settimane circa, si fa il primo saggio della mucosa vaginale. - A poco a poco si vede che la quantità di muco diminuisce ed infine compare l'estro propriamente detto, senza proestro preliminare.

Secondo COWARD il tempo necessario alla scomparsa dell'estro serve di misura per l'attività della dose.

(1) HOHLWEG — DOHRN: Z. ges. Exper. Med. 1930 N. 71 pag. 762.

INDICE

Generalità . . . . . pag. 93

I Caroteni . . . . . » 94

Formazione dei caroteni nei tessuti . . . . . » 97

Fonti naturali . . . . . » 97

Estrazione . . . . . » 98

Unità internazionali e fabbisogno . . . . . » 98

La Vitamina A . . . . . » 99

Costituzione chimica . . . . . » 99

Fonti naturali . . . . . » 102

Unità internazionali e fabbisogno . . . . . » 102

Caratteristiche e proprietà della vitamina A . . . . » 102

Passaggio dal carotene alla vitamina A . . . . » 103

Metodo di estrazione . . . . . » 105

Sintesi della vitamina A . . . . . » 106

Procedimento di laboratorio . . . . . » 108

Le Vitamine A_1 e A_2 . . . . . » 110

Azione biologica della vitamina A . . . . . » 111

Antagonismo tra vitamina A e tiroxina . . . . » 116

Ipervitaminosi . . . . . » 116

Reazioni chimiche e determinazione quantitativa . . » 117

ALVISE COMEL

ULTERIORE CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELLE CARATTERISTICHE CHIMICHE DELLE "TERRE ROSSE" DEL CARSO GORIZIANO

Ulteriore contributo alla conoscenza delle caratteristiche chimiche delle « terre rosse » del Carso goriziano.

Dicendo *Carso goriziano* intendo riferirmi a quella zona più nota del Carso per essere stata lungamente tremendo campo di battaglia durante la prima guerra mondiale.

Essa si solleva dolcemente dalla pianura friulana, in sinistra Isonzo, poco a mezzogiorno di Gorizia, e continua verso oriente fino nelle vicinanze di Trieste, fiancheggiata a settentrione dalla valle del Vipacco e a mezzogiorno dall'Adriatico.

Nel suo complesso è foggiata ad altipiano livellantesi sui 200-300 metri d'altitudine limitato a settentrione da una catena di più elevati rilievi.

Per conoscere le caratteristiche delle «terre rosse» diffuse sul tratto pianeggiante dell'altipiano prelevai anni addietro una quarantina di campioni più rappresentativi distribuiti col criterio di ottenere da essi un quadro sufficientemente preciso delle caratteristiche dei terreni diffusi in questo territorio.

I risultati generali dello studio pedologico sono stati pubblicati nel Vol. VIII degli «Studi Goriziani» [1]) unitamente ad alcune analisi; la maggior parte del lavoro analitico rimase tuttavia inedita per ridurre le spese di stampa. Se oggi, a distanza di tanto tempo, mi decido di pubblicare i risultati completi delle analisi allora eseguite non lo faccio per desiderio di rivangare nel passato, ma perchè credo che sia utile render nota questa documentazione per il complesso di deduzioni che da essa si può trarre.

Noto anzitutto che le analisi dei terreni non sono totali; ma che riguardano solo la determinazione dei costituenti fondamentali solubili in acido cloridrico concentrato e bollente. L'obiettivo principale della ricerca mirava infatti ad assodare *in un primo tempo la esistenza effettiva di una presupposta omogeneità di caratteristiche chimiche*. Evidentemente se questa non avesse potuto venire confermata, sarebbe venuto meno lo scopo più immediato di ogni ulteriore indagine. La laboriosità dell'analisi totale del terreno richiedeva poi la disponibilità di un tempo che lo scrivente allora non aveva affatto perchè preso

(1) COMEL A. — *Sulle terre rosse del Carso goriziano.* «Studi Goriziani» Volume VIII. Gorizia 1930.

da altri più importanti studi geoagronomici. D'altronde il trattamento dei terreni coll'acido cloridrico aveva il vantaggio di estrarre tutta la parte più facilmente attaccabile e quindi, in gran parte almeno, anche quella derivata dall'alterazione delle rocce, la più attiva del terreno e con essa i presunti sesquiossidi idrati ritenuti costituenti essenziali della «terra rossa».

Non era infatti ancora spenta la eco della teoria che considerava la «terra rossa» originata dalla precipitazione negli incavi del calcare dei sesquiossidi idrati di ferro e di alluminio che venivano via via liberati con i processi generici dell'alterazione delle rocce calcaree [1]).

Da precedenti ricerche si era inoltre già potuto accertare una relativa costanza di composizione della frazione insolubile in acido cloridrico che risultava composta da silice e allumina con quantità relativamente minime di ferro, di basi alcaline ed alcalino-terrose.

Un eventuale variare delle caratteristiche chimiche dei terreni sarebbe stato pertanto tosto svelato da una diversa composizione degli estratti cloridrici e dalle determinazioni accessorie complementari quali anidride carbonica, acqua igroscopica, sostanza organica e perdita a fuoco.

Come si vede dalle tabelle annesse tutte le «terre rosse» prelevate sull'altipiano carsico in esame hanno dimostrato di avere una composizione molto affine che se non sempre appare dal confronto più immediato dei dati analitici, per ragioni accessorie facili a comprendersi (maggiore o minore ricchezza di frammenti residui di roccia calcarea, di sostanze organiche, di impurezze selciose, ecc. che valgono a spostare le percentuali relative degli altri componenti), si rivelano nettamente da un complesso di caratteristiche e di rapporti. Fra quest'ultimi il più importante è certamente quello che intercorre fra i due principali sesquiossidi solubili in acido cloridrico. Si nota cioè come ferro ed alluminio stiano fra loro in un rapporto medio pressochè costante di 1 : 1 [2]).

Rispetto alla composizione totale, poi, si è notato come detto rapporto sia di 1 : 2, mentre quello intercorrente fra ferro, allumina e silice [3]) è di circa 1 : 2 : 5.

(1) È per l'appunto in base a queste idee che si è voluto calcolare l'acqua di idratazione teoricamente legata ai sesquiossidi per quel complesso di deduzioni che più oltre esporremo.

(2) Vedi nelle pagine seguenti quanto riferito in merito nel comma 2 delle deduzioni sulle «terre rosse» analizzate.

(3) Ci duole di non aver eseguito allora la determinazione della silice solubile negli alcali presente nel residuo insolubile in acido cloridrico per le interessanti deduzioni che si sarebbero potute fare in riguardo.

È appunto sulla costanza di questi rapporti che va oggi nuovamente richiamata l'attenzione degli studiosi per il significato mineralogico che possono assumere rispetto alle più recenti conoscenze che si hanno sui composti argillosi o comunque sulla così detta parte colloidale del terreno.

È ben difficile, infatti, che una mescolanza accidentale di idrati di ferro e di alluminio si ripeta in forma così costante (o in forme tanto costanti) non solo sull'area più ristretta della presente indagine, ma, con qualche variazione [1]), anche su più vasti territori estesi tanto da assumere il carattere di zona pedoclimatica.

È pertanto mia convinzione che nelle «terre rosse» silice, ferro ed alluminio, di origine pedogenetica, non costituiscano solamente semplici miscugli colloidali accidentali, ma siano, in gran parte almeno, legati reciprocamente da più stretti e ben definiti rapporti sì da costituire nuovi composti con forme e caratteri di minerali che gli esami roentgenografici potranno forse in un prossimo avvenire confermare e identificare.

È dunque tutto un nuovo campo di ricerca che si apre allo studioso anche se molti saranno gli ostacoli da superare prima di giungere alla mèta desiderata.

Prima di poter fissare la caratteristica mineralogica di questi presunti minerali di neoformazione sarà pur sempre necessario, infatti, in un primo tempo, isolarli dal complesso minero-colloidale del terreno; distinguerli da quelli altri che potranno anche essere loro molto affini, ma che non rappresentano un prodotto di pedogenesi attuale per costituire ancora parte della roccia madre effettiva (detta anche residuo insolubile dei calcari) della «terra rossa». Non sempre, infatti, essa è data da consueti minerali cristallizzati, ma anche da particelle colloidali, specialmente di origne terrigena, depositate sul fondo di quei grandi bacini di raccolta ove andavano via via formandosi ed accumulandosi le masse calcaree che ora li racchiudono nella roccia o nelle interstratificazioni del complesso sedimentario.

L'analisi chimica del terreno che ci ha servito a svelare i rapporti precedentemente enunciati e a intuire la presenza di questi nuovi composti mineralogici non può invece dirci con esattezza quale potrà essere in effetti la reale composizione chimica di questi prodotti di neoformazione.

(1) In altre «terre rosse» d'Italia, specialmente dell'Italia meridionale, il rapporto fra il ferro e l'alluminio si fa più largo; tende cioè verso valori di 1:2 nelle forme solubili e di 1:3 in quelle totali.

Ben difficilmente l'analisi chimica *totale* della frazione del terreno stacciata a 1 mm di diametro potrà darci indizi di sicuro valore su detti rapporti. Essa ci dà infatti solo globalmente tutta la quantità di una data sostanza che in origine può esser stata presente in diverse forme di combinazione o comunque di stato.

La silice, per esempio, nelle «terre rosse» del Carso è legata in parte notevole a granuli di selce, a cristalli di quarzo, a minerali vari ancora inalterati; a particelle di terreno, cioè, che sono estranee alla frazione contemplante i prodotti di neoformazione del suolo. Lo stesso dicasi per parte dell'allumina e del ferro.

Parimenti incerte saranno le deduzioni fondate sulle correlazioni basate sulle sostanze estratte con i comuni solventi (acido cloridrico, eventualmente integrato con l'estrazione sodica del residuo ecc.) [1]) perchè accanto a prodotti di neoformazione effettivamente solubili in detti reattivi altri ne possono essere che nulla hanno ancora in comune con essi (magnetite, anortite, composti bauxitici, ecc.), oppure non solubili, in tutto o solo in parte, nei reattivi usati.

Le soluzioni cloridriche possono così alle volte arricchirsi di sostanze, o possederne in difetto, mascherando o comunque modificando le caratteristiche essenziali di altri eventuali composti a rapporti più costanti e definiti.

Non è infine detto che *tutti* i prodotti di neoformazione abbiano raggiunto il loro stato di stabile equilibrio. Non si può infatti escludere che accanto ad essi si trovino forme colloidali più semplici ancora indipendenti, costituite p. es. solamente da idrati di ferro (specialmente nelle pellicole di rivestimento) o di altre sostanze che passando poi in soluzione elevano la percentuale di certi elementi che possono non essere presenti nei nuovi composti ricercati o non in quella misura.

Da quanto esposto si arriva dunque alle seguenti conclusioni:

1. La costanza dei rapporti intercorrenti nelle «terre rosse» fra silice e sesquiossidi ci fa ritenere probabile come queste sostanze, in gran parte almeno, non siano presenti nel terreno quali singoli composti liberi o indipendenti o in miscugli accidentali, ma piuttosto in forme reciprocamente vincolate da più stretti rapporti, tali da poter anche assumere specifiche caratteristiche di minerali.

(1) Sono noti in riguardo i concetti che ispirarono Van BEMMELEN nel tentare con questi mezzi la separazione dal terreno della frazione che avrebbe dovuto contenere i prodotti dell'alterazione delle rocce.

Si intuisce per tanto che il metodo proposto da detto studioso potrà essere applicato con successo variabile a seconda dei casi, ossia a seconda della ricchezza di elementi rigorosamente estranei al materiale ricercato che vengono tuttavia intaccati dai reattivi adoperati.

2. La sola analisi chimica del terreno non può però darci a priori una precisa conoscenza sulla natura più intrinseca di questi presunti composti chimico-mineralogici in quanto che i rapporti silice: sesquiossidi trovati possono rappresentare solamente la caratteristica della risultante di un miscuglio di più sostanze che individualmente possono anche essere fra loro differenti.

Non è escluso che sussista qui analogo parallelismo di difficoltà già incontrate dagli studiosi negli sforzi di identificare i singoli costituenti della sostanza organica umificata del terreno.

3. Per attribuire a detti rapporti (silice:sesquiossidi) valore di indice pedogenetico sarà poi indispensabile distinguere quanta parte del materiale presente nella «terra rossa» si deve a processi pedogenetici e quanta parte invece può rappresentare solo materiale colloidale preformato da poco liberato dalla roccia inglobante e non ancora, quindi, rielaborato dalle forze climatiche attuali.

Fra i prodotti di origine pedogenetica si dovrebbero inoltre distinguere quelli sorti sotto le attuali condizioni climatiche da quelli che si sono invece sviluppati, o che ancora possono risentire gli effetti di una elaborazione pedogenetica avvenuta in tempi passati sotto diverso clima. La genesi di molte «terre rosse» infatti ha avuto inizio in tempi molto remoti che possono anche risalire al Terziario e che pur procedendo ininterrottamente fino ai nostri giorni, ha subìto l'influsso di diversi climi tanto a carattere caldo quanto di tipo freddo (periodi glaciali).

Passando ora a discutere i risultati delle allegate analisi delle «terre rosse» del Carso goriziano si possono fare le seguenti deduzioni principali:

1. Le «terre rosse» diffuse sull'altipiano del Carso goriziano hanno tutte una stessa fisionomia chimico-pedologica fondamentale.

Le variazioni più sentite interessano solo elementi accessori quali carbonati, silice e sostanza organica.

La maggiore o minore compartecipazione dei carbonati si deve infatti a frammenti residui di roccia che può essere calcarea oppure dolomitica (su limitate e ben identificabili zone di affioramento di queste rocce).

Una eventuale più accentuata compartecipazione della silice si deve nella grande maggioranza dei casi alla presenza nella parte più grossolana della *terra fine* di minuti frammenti di selce derivata dalla

disgregazione delle liste selciose incluse nei calcari costituenti il così detto *orizzonte di Comeno* molto diffuso sull'altipiano.

La sostanza organica si tiene comunemente entro limiti ristretti e solo raramente in corrispondenza di boschi ad aghifoglie o di prati dà luogo a più cospicui accumuli.

Questi tre costituenti (carbonati, selce, sostanza organica) qualora superino le normali percentuali di rinvenimento inducono una proporzionale riduzione, su 100 parti di terreno, dei valori delle altre sostanze dando luogo nelle «terre rosse» esaminate a *variazioni apparenti* di composizione chimica.

2. Il rapporto medio ferro: alluminio solubili in acido cloridrico concentrato oscilla, come si è detto, su 1 : 1; alle volte con leggero vantaggio del ferro sull'alluminio, altre volte, invece, con più sensibile predominio dell'alluminio sul ferro.

Siccome in altre «terre rosse» italiane esso è più largo (1 : 1,5 - 2) [1]) ci si potrebbe chiedere se il più stretto rapporto qui riscontrato si debba più propriamente considerare solamente quale carattere di una *famiglia* delle «terre rosse» italiane anzichè quello più specifico del tipo pedologico tanto più che anche sul Carso goriziano non mancano «terre rosse» a più largo rapporto.

Neppure il confronto fra l'ubicazione dei campioni prelevati e la natura geolitologica del substrato roccioso sul quale riposano si mostra decisivo per far luce su questo problema perchè pur notandosi una maggiore frequenza dei più stretti rapporti fra i sesquiossidi solubili (talora anche col predominio del ferro sull'alluminio) in corrispondenza dei calcari meno puri, quali lo sono ad esempio quelli selciferi e bituminosi che costituiscono il noto *orizzonte di Comeno*, non si può affermare che questa correlazione sia sempre rispettata; ciò non ostante si ritiene che vada tenuta in considerazione per altre più approfondite ricerche in riguardo.

3. La quantità di sostanza organica calcolata in base ad un contenuto medio di 58% di carbonio può ritenersi sufficientemente esatta solo quando essa sia presente in uno stato di avanzata umificazione. Non sembra invece più corrispondere quando sia palese la presenza di elementi non ancora sufficientemente decomposti e quindi con più basso tenore di carbonio.

4. Si nota una effettiva approssimata coincidenza fra la quantità

(1) Di conseguenza anche il rapporto dei quantitativi totali ferro : allumina : silice si porta a 1:3:5—.

di acqua di idratazione calcolata per differenza dalla perdita a fuoco e quella ricavata col calcolo dai sesquiossidi solubili in acido cloridrico valutati allo stato di idrossido [1]). Dopo quanto si è detto in precedenza non sarebbe tuttavia prudente pensare che detti sesquiossidi solubili si trovino effettivamente nel terreno in tale stato di idratazione, sarebbe invece più preciso supporre che il complesso colloidale del terreno (ed eventuali suoi altri costituenti) abbia globalmente un contenuto di acqua di idrazione (e di costituzione) vicino a quello che si ottiene calcolando i sesquiossidi solubili in acido cloridrico in base alla formula teorica [2]).

(1) Ritenendo infatti la *perdita a fuoco* composta in linea fondamentale da anidride carbonica, acqua igroscopica, sostanza organica e dall'acqua di idratazione o di costituzione (in senso lato e ristretto); conoscendo con sufficiente esattezza i primi quattro termini dell'equazione si può agevolmente ricavare il valore dell'altro termine, ossia l'approssimato contenuto del terreno in acqua di costituzione sottraendo dalla «perdita a fuoco» le altre sostanze che la compongono.

(2) $2\ Fe\ (OH)_3 = Fe_2O_3 + 3\ H_2O$

$2\ Al\ (OH)_3 = Al_2O_3 + 3\ H_2O$

ad 1 di Fe_2O_3 pesato corrisponderebbero dunque 0,3385 di H_2O e ad 1 di Al_2O_3, 0,53 di H_2O.

Caratteristiche chimiche di «terre

(Analisi di

Numero progressivo	LOCALITÀ	Coltura	Colore	Su 100 parti di		
				Residuo insolubile	Solubili in HCl	
					SiO_2	Fe_2O_3
1	Sagrado suolo	prato nat.	bruno	55 40	0.12	7.96
	sottosuolo		rosso	56.01	0.24	9.80
2	S. Martino del Carso . . .	aratorio	rosso	61.71	0.20	7.60
3	S. Martino del Carso suolo	prato nat.	bruno	59.09	0.16	8.25
	(Bosco Cappuccio) sottosuolo		rosso	60.58	0.24	9.84
4	S. Martino del Carso suolo	prato nat.	rosso-bruno	59.37	0.22	7.90
	(Bosco Lancia) sottosuolo		rosso	58.81	0.29	10.80
5	«Vallone» presso Devetachi .	prato nat.	rosso	56.86	0.14	10.36
6	Presso il Lago di Doberdò .	prato nat.	rosso	61 98	0.13	7 90
7	Selz	cava pietra	rosso	66.86	0.12	7.38
8	Opacchiasella	aratorio	rosso vivo	59.38	0.12	9.48
9	Sella delle Trincee	prato nat.	bruno	53.91	0.12	7.10
10	Brestovizza	prato nat.	rosso-bruno	67.45	0.14	8.10
11	Voiscizza	prato nat.	nerastro	54.86	0.12	10.16
12	Voiscizza	prato nat.	rosso	57.12	0.14	11.00
13	Temenizza	bosco latif.	rossastro	69 27	0.14	6.70
14	Lipa	aratorio	rosso vivo	68.32	0.12	7.54
15	Goriano	aratorio	rossastro	61.82	0.12	9.36
16	Scherbina	aratorio	rosso cupo	56.76	0 12	6.74
17	Scherbina	aratorio	rosso cupo	78.75	0.10	5.24
18	Comeno	aratorio	bruno	72.00	0.14	6.72
19	Castelvolciano (Volci) . . .	prato nat.	bruno	55.10	0.15	10.20
20	Villa Cargna	prato nat.	rosso-bruno	57.32	0.12	10.50
21	Crussevizza di S. Daniele . .	aratorio	rosso	66.95	0.15	6.44
22	Crussevizza di S. Daniele . .	aratorio	rosso	63.84	0.10	6.76
23	S. Daniele del Carso . . .	aratorio	rosso	62.26	0.09	8.44
24	S. Daniele del Carso . . .	prato nat.	bruno	54.06	0.14	8.56
25	Duttogliano	prato nat.	rosso	63.76	0.14	8.00
26	Duttogliano	aratorio	rosso	66.10	0.12	8.10
27	Paniqua	aratorio	bruno	69.46	0.14	7.20
28	Tomadio	vigneto	rosso vivo	64.54	0.14	9.60
29	Croce di Tomadio	prato nat.	rosso bruno	60.76	0.18	9.04
30	S. Maria di Sesana	prato nat.	bruno	35,06	0.18	6.00
31	Dobraule	bosco pini	bruno	67.14	0.14	7.68
32	S. Lorenzo di Casiliano . .	aratorio	rosso	62.08	0.12	7.60
33	Fra Storie e Sesana	bosco pini	nero	39.00	0.10	5.20

rosse» del Carso goriziano

A. Comel)

terra fine (1 *mm*) secca all'aria											
conc. e bollente			CO_2	H_2O igroscopica	C organico	Perdita a fuoco (integrale)	Somma dei sesquiossidi ($Fe_2O_3 + Al_2O_3$)	Acqua idrica di idratazione legata ai sesquiossidi	Sostanza organica (58% di C.)	Somma delle sost. (calcolate) perse con la calcinazione	Differenza rispetto alla perdita a fuoco integrale
Al_2O_3	CaO	MgO									
8.10	2.36	1.06	0.77	6.93	5.90	25.01	16.06	6.99	10.17	24.86	— 0.15
12.92	1.32	0.35	0.17	7.12	1.18	18.60	22.72	10.17	2.03	19.49	+ 0.89
7.90	2.90	0.63	1.70	4.66	2.20	18.54	15.50	6.76	3.79	16.91	— 1.63
9.05	1.40	0.45	0.43	6.02	2.98	21.39	17.30	7.59	5.14	19.18	— 2.21
10.40	1.30	0.63	0.23	6.79	1.06	16.95	20.24	8.84	1.83	17.69	+ 0.74
8.20	1.87	0.46	0.97	4.94	4.42	21.60	16.10	7.02	7.62	20.55	— 1.05
11.20	0.36	0.30	0.00	5.86	1.03	17.62	22.00	9.59	1.78	17.23	— 0.39
11.00	1.40	0.34	0.79	6.05	2.11	19.54	21.36	9.34	3.64	19.82	+ 0.28
9.06	1.42	0.65	0.66	5.32	2.26	18.15	16.96	7.48	3.90	17.36	— 0.79
8.14	1.20	0.60	0.16	3.15	2.49	15.42	15.52	6.81	4.29	14.41	— 1.01
10.30	3.24	0.38	2.20	3.86	1.39	16.50	19.78	8.67	2.40	17.13	+ 0.63
6.70	8.10	1.52	7.20	3.82	2.79	21.84	13.80	5.96	4.81	21.79	— 0.05
6.98	1.32	0.58	0.85	3.86	2.00	14.84	15.08	6.44	3.45	14.60	— 0.24
8.40	4.32	1.56	4.40	3.36	2.74	20.30	18.56	7.89	4.72	20.37	+ 0.07
12.36	0.85	0.40	0.20	6.28	0.83	17.96	23.36	10.28	1.43	18.19	+ 0.23
8.02	0.70	0.24	0.26	3.28	2.08	14.34	14.72	6.52	3.59	13.65	— 0.69
7.96	1.02	0.36	0.43	3.24	2.10	14.32	15.50	6.77	3.62	14.06	— 0.26
8.32	2.70	0.65	1.65	4.08	0.83	16.40	17.68	7.58	1.43	14.74	— 1.66
7.76	8.44	0.38	6.40	3.17	1.88	19.52	14.50	6.39	3.24	19.20	— 0.32
3.44	0.56	0.20	0.23	2.83	2.08	11.30	8.68	3.60	3.58	10.24	— 1.06
6.80	1.10	0.34	0.51	3.01	1.94	12.60	13.52	5.88	3.34	12.74	+ 0.14
11.12	0.92	0.53	0.20	4.34	2.74	21.44	21.32	9.35	4.72	18.61	— 2.83
10.80	1.80	0.44	1.10	4.75	2.42	18.50	21.30	9.28	4.17	19.30	+ 0.80
7.26	2.10	0.41	1.40	3.84	2.56	16.27	13.70	6.03	4.41	15.68	— 0.59
8.14	1.92	0.45	1.26	3.86	2.92	18.26	14.90	6.60	5.03	16.75	— 1.51
8.96	2.00	0.47	1.32	3.90	1.83	17.42	17.40	7.61	3.15	15.98	— 1.44
13.76	1.10	0.46	0.58	4.64	2.96	22.00	22.32	10.19	5.10	20.51	— 1.49
9.48	1.20	0.34	0.51	3.93	2.69	16.50	17.48	7.73	4.64	16.81	+ 0.31
7.70	1.70	0.44	1.12	4.02	2.06	15.33	15.80	6.82	3.55	15.51	+ 0.18
6.20	1.30	0.46	0.37	2.92	1.95	14.78	13.40	5.72	3.36	12.38	— 2.41
7.28	1.60	0.54	0.75	4.10	1.46	15.90	16.88	7.11	2.52	14.48	— 1.42
11.36	1.44	0.48	0.70	5.04	1.59	16.15	20.40	9.08	2.74	17.56	+ 1.41
5.20	11.24	7.52	16.40	3.56	4.33	34.64	11.20	4.79	7.46	32.21	— 2.43
6.00	0.54	0.43	tr.	4.17	3.03	17.70	13.68	5.78	5.22	15.17	— 2.53
7.50	2.80	0.60	1.70	3.88	2.95	18.58	15.10	6.55	5.08	17.21	— 1.37
5.04	16.32	0.80	12.44	3.96	5.94	33.06	10.24	4.43	10.24	31.07	— 1.99

ALVISE COMEL

RICERCHE PEDOLOGICHE SULLE DUNE DI BELVEDERE (AQUILEIA) E DI GRADO

Ricerche pedologiche sulle dune di Belvedere (Aquileia) e di Grado.

Poco a sud di Aquileia le alluvioni sabbioso-limose dell'Isonzo sfumano in una regione sabbiosa che si solleva in cordoni dunosi diretti da oriente ad occidente, ammantati in parte dai residui di una già florida pineta: la Pineta di Belvedere. Essa si affaccia sulla laguna di Grado che a mezzogiorno è limitata da altri cordoni dunosi rivestiti a tratti da pini: la Pineta di Grado.

Le sabbie quasi essenzialmente calcaree presentano una piccola percentuale di granuli di selce derivata dagli arnioni selciosi che sono particolarmente abbondanti nel complesso calcareo del Cretaceo inferiore e del Giurese, come pure in certe dolomie triassiche, che affiora nella media valle dell'Isonzo ed in quella della Baccia. In superficie si rinvengono poi numerosi frammenti di gusci di molluschi terrestri.

Le dune di Belvedere hanno richiamato più volte l'attenzione degli studiosi [1]) che sono concordi nel giudicarle più antiche di quelle di Grado e riferibili al Postglaciale antico e forse anche al Würmiano.

A questa maggiore antichità delle dune fanno riscontro particolari manifestazioni pedologiche determinate dal più intenso processo di alterazione che si palesa nella rubescenza delle dune in superficie e nella formazione, in profondità, di strati cementati *(maltone)* per un rinsaldamento dei granuli con carbonati già disciolti e scesi dall'alto.

Il profilo pedologico delle dune di Belvedere (Aquileia), rivestite dalla Pineta è il seguente:

A_0	5 *cm*	Aghi di pino in vario stato di conservazione.
A_{1-I}	5-10 *cm*	Orizzonte rosso-bruno, leggermente umifero e grumoso.
A_{1-II}	20-40 *cm*	Orizzonte rossastro (ferrettizzato).
B_1	5-10 *cm*	Sabbie calcaree leggermente giallognole con noduli di *maltone*.
B_2		Sabbie calcaree (inalterate) con liste di *maltone*.
C		Sabbie calcaree inalterate.

Il profilo pedologico delle dune di Grado, rivestite dalla Pineta, è invece costituito da:

A_0	5 *cm*	Aghi di pino in vario stato di conservazione.
A_{0-1}	5-10 *cm*	Sostanze organiche in vario stato di umificazione.
C		Sabbie calcaree biancastre inalterate.

(1) Vedi per esempio: TARAMELLI T. — *Dei terreni morenici ed alluvionali del Friuli.* Annali scient. R. Ist. Tecnico di Udine. Vol. VIII. Udine 1875.

FERUGLIO D. e E. — *La zona delle risorgive del Basso Friuli fra Tagliamento e Torre.* Annali Stazione Chimico-agraria Sper. di Udine. Serie III. Vol. I. Udine 1925.

La differenza di questi due profili che si possono considerare fra i più tipici presenti nei due gruppi dunosi denota chiaramente la maggior antichità delle dune di Belvedere rispetto a quelle di Grado.

Le caratteristiche chimiche e meccaniche dei vari orizzonti vengono riportate nella seguente tabella.

Da quanto esposto risulta dunque evidente che nelle dune di Belvedere il processo dell'alterazione è riuscito a compiere un notevole lavoro. Rispetto alla roccia madre (sabbia inalterata) negli orizzonti superiori, eluviali, si nota una perdita di carbonati, un consecutivo aumento del residuo insolubile in acido cloridrico e dei sesquiossidi; fra quest'ultimi gli idrati ferrici, sebbene contenuti in piccole percentuali, per la loro proprietà di distendersi e di rivestire con sottili pellicole i granuli sabbiosi riescono spesso ad impartire alle sabbie una bella tinta rossa. La composizione meccanica a sua volta palesa un arricchimento di particelle sottili e colloidali che valgono a rapprendere in grumi e a conferire una certa consistenza alle sabbie originariamente incoerenti.

Negli orizzonti illuviali si riscontra viceversa un accumulo di carbonati; essi, data la porosità del mezzo, non dànno luogo alla formazione di singole concrezioni *(caranto)* tanto frequenti nei terreni argillo-limosi, ma piuttosto cementazioni stratiformi note localmente col nome di *maltone*.

È evidente come la composizione chimica di quest'ultimo possa presentare sensibili variazioni; non deve invece meravigliare il fatto che spesso non si notano forti arricchimenti di calcare rispetto alle sabbie originarie; ciò sia perchè bastano piccole quantità di sostanza cementante per rinsaldare fra loro i granuli sabbiosi, sia per la relatività della costanza chimica delle sabbie originarie rispetto a determinati valori medi. Vi può essere infatti spesso compensazione fra una originaria leggera diminuzione accidentale di carbonati nelle sabbie (aumento di granuli di selce) e l'arricchimento successivo per le soluzioni scese dall'alto.

Degna d'esser posta in particolare rilievo è altresì la potenza che può assumere lo strato sabbioso recante il *maltone* (B_2): Ho potuto constatare come questa azione cementante sia riconoscibile anche ad oltre 3 metri di profondità e precisamente, almeno nei rilievi dunosi, non in forma di banchi, ma di alternanze di straterelli piuttosto esili. Pur ammettendo che anche piccola possa essere la quantità di carbonati necessaria per consolidare le sabbie in *maltone* tuttavia le perdite degli attuali orizzonti eluviali non sembrano giustificare sempre la potenza

Analisi chimica di sabbie delle dune di Belvedere (Aquileia) e di Grado.

(Analisi di A. Comel)

Su 100 parti di terra fine (1 mm) secca all'aria.

Sostanze solubili in acido cloridrico conc. e bollente:	Profilo sulle dune di Belvedere					Dune di Grado alla profondità di	
	A_1-I	A_1-II	B_1	B_2 (maltone)	C	10-30 *cm*	30-50 *cm*
Ossido di calcio	28.40	31.96	41.60	42.80	41.36	40.40	40.16
Ossido di magnesio	3.38	3.77	4.83	4.61	5.06	5.18	4.78
Ossido di ferro	1.38	1.16	1.15	0.88	0.96	0.58	0.50
Ossido di alluminio	1.26	1.14					
Anidride silicica	0.08	0.10	—	—	—	—	—
Anidride solforica	0.08	—	tr.	tr.	tr.	0.04	0.04
Anidride carbonica . , . .	25.70	29.00	37.60	38.40	37.64	37.00	36.60
Perdita a fuoco (— CO_2) . .	5.72	3.40	—	—	—	—	—
Residuo insolubile in HCl .	33.90	29.30	14.31	12.66	14.04	16.62	17.26

Composizione meccanica [1])

Particelle di diametro:							
Inferiore a 0.2 *mm* . . . . (parte limo-argilloide)	15.80	15.10	4.80	—	2.50	2.70	3..0
Superiore a 0.2 *mm* . . . (parte sabbiosa)	84.20	84.90	95.20	—	97.50	97.30	96.90

[1]) Lo scheletro, ossia la parte con diametro superiore a 1 *mm*, è trascurabile.

complessiva della cementazione che si riscontra in profondità nelle dune di Belvedere e parrebbe pertanto più logico ammettere che lo strato eluviale possa essere più recente di parte almeno degli orizzonti illuviali. Questo fenomeno del resto è pienamente giustificabile con il logoramento degli strati superficiali delle dune e può anche essere suffragato dall'accumulo di sabbie rosse nelle depressioni situate ai piedi delle dune stesse. Spesso poi sui declivi delle dune mentre non si osserva alcuna ferrettizzazione, perchè asportata dal ruscellamento delle acque, il *maltone* è presente ed affiora talora anche direttamente alla superficie.

Quanto esposto porta alle seguenti conclusioni:

L'antichità delle dune di Belvedere va dedotta in primo luogo dallo sviluppo, spesso imponente, della formazione del *maltone*. A differenza di quanto avviene nelle vicine pianure würmiane l'intensità della decalcificazione degli strati superficiali delle dune di Belvedere, a causa del loro intenso logorio, non può esser considerata indice esatto dell'età di queste sabbie. Il profilo pedologico può essersi infatti rigenerato nel tempo più volte sulla stessa duna; questa può essere così molto più antica di quello che potrebbe suggerire il grado della sua ferrettizzazione.

Tutto il complesso dunoso di Belvedere si contrappone, per antichità, a quello di Grado perchè in quest'ultimo non si riscontra nè strato ferrettizzato, nè *maltone* [1]).

Il *maltone* si forma esclusivamente per una cementazione esplicata da carbonati di calcio ed avviene in mezzo alcalino. Le sostanze organiche si decompongono in superficie e i pochi colloidi organici che tingono in bruno l'orizzonte più superficiale del suolo, sono di tipo saturo, o neutro, coagulati, privi di azione protettiva nella migrazione dei sesquiossidi, i quali a lor volta, aderenti ai granuli calcarei, sono praticamente immobilizzati.

La distribuzione del *maltone* su straterelli si connette probabilmente con la circolazione dell'acqua nella duna e con la sua struttura interna tant'è vero che gli straterelli non sono orizzontali, ma quasi sempre inclinati. Quando poi la duna si livella in banchi sabbiosi e l'acqua di fondo non è lontana, gli straterelli si rinsaldano ulteriormente in banchi potenti che danneggiano ed ostacolano fortemente l'agricoltura della zona.

(1) Tutte le mie ricerche finora eseguite in riguardo hanno avuto esito negativo.

* * *

Le analisi che abbiamo precedentemente esposto concordano con quelle eseguite da A. N. PAPEZ all'Istituto chimico-agrario sperimentale di Gorizia e pubblicate nel 1904 [1]).

Lo scopo delle analisi allora eseguite era quello di conoscere la composizione chimica dei terreni di Grado ed in modo particolare di quella delle aree da adibirsi a rimboschimento per fornire ai villeggianti che si recavano a Grado durante la stagione balneare, l'ombra da essi tanto desiderata.

Anche al PAPEZ non dovette sfuggire la differenza pedologica fra le dune di Grado e quelle di Belvedere tant'è vero che anche in corrispondenza di quest'ultime ritenne opportuno eseguire prelevamenti e analisi.

Dall'opuscolo sopraricordato riporto le analisi che a noi maggiormente interessano quale utile complemento delle nostre.

Riguardo alle dune di Belvedere citiamo due campioni ivi raccolti in differente località dai quali, rispetto alle dune recenti di Grado, risalta tosto la sensibile diminuzione in superficie dei carbonati, l'aumento della silice e dei sesquiossidi (specie delle forme solubili in acido cloridrico) come pure quello degli alcali e del fosforo verosimilmente in funzione di un'aumentata capacità di adsorbimento da parte della frazione colloidale accresciutasi con i fenomeni dell'alterazione.

Citiamo altresì l'analisi di un *maltone* (chiamato *spato calcare*) preso in località Farella presso Beligna. Anche qui si nota un rapporto leggermente più largo fra le basi alcalino-terrose dovuto probabilmente all'arricchimento in carbonati di calcio quale parte cementante; si rileva altresì la piccola differenza che intercorre fra la composizione chimica delle sabbie incoerenti e quelle cementate ponendo nuovamente in evidenza come bastino piccole quantità di sostanza per produrre vistosi effetti.

Per quanto riguarda le dune di Grado interessano due campioni presi «alla Rotta» presso il vivaio forestale di quei tempi e situati a 30 m e rispettivamente a 60 m dalla linea di spiaggia. In altra località nota col nome di «Ara dei Pali» furono prelevati, a 20 m dal mare, tre campioni scaglionati nel senso della profondità e precisamente il primo in superficie, il secondo a mezzo metro di profondità e il terzo a un metro dalla superficie.

(1) A. N. PAPEZ. — *L'Acqua e il Terreno di Grado e del vicino estuario.* Gorizia 1904. Lo studio scritto in pessimo italiano tanto da esser talora difficilmente interpretabile é la traduzione dell'originale pubblicato in tedesco in Zeitschrift für das Landwirtschaftliche Versuchswesen in Oesterreich. - VII Jahrgang. Wien 1904. *Die Wasser - und Bodenverhältnisse von Grado und des benachbarten Küstengebietes.*

Analisi chimica totale di sabbie delle dune di Belvedere (Aquileia) e di Grado.

(Analisi di A. N. Papez)

Su 100 parti di sabbia naturale secca a 100° C.

SOSTANZE:	Dune di Belvedere		Bellona località «Farella» (maltone)	Sabbie delle dune di Grado loc. «Alla Rotta» a 30 m dalla linea di spiaggia		Sabbie delle dune di Grado «Ara dei Pali» in superficie	Sabbie delle dune di Grado «Ara dei Pali» a 50 cm di prof.	Sabbie delle dune di Grado «Ara dei Pali» a 100 cm di prof.
Ossido di calcio . .	36.93	36.80	41.74	44.58	44.65	43.92	45.35	45.01
Ossido di magnesio .	4.15	4.09	3.75	5.82	5.75	4.68	4.65	5.20
Ossido di ferro . . .	1.30	1.38	0.93	0.44	0.39	0.57	0.70	0.59
Ossido di alluminio .	2.51	2.44	2.20	1.29	1.33	1.01	1.40	0.76
Cloruri di sodio e di potassio	0.79	0.88	1.03	0.55	0.31	0.38	0.29	0.37
Anidride silicica . .	21.29	21.47	13.96	8.07	8.15	10.85	7.71	8.40
Anidride fosforica . .	0.07	0.09	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04
Anidride carbonica .	32.75	32.62	36.20	39.05	39.13	38.26	39.68	39.50
Residuo insolubile: In HCl e calcinato [1] .	22.18	22.33	13.52	8.35	8.42	9.83	8.13	8.65
Detto costituito da:								
Ossido di ferro . . .	0.15	0.13	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.07
Ossido di alluminio .	1.35	1.38	1.10	0.47	0.49	0.48	0.47	0.45
Anidride silicica . .	20.49	20.61	12.11	7.70	7.75	9.19	7.51	8.07

[1]) Eseguito su altra parte di sostanza.

Queste analisi ci parlano anzitutto di una relativa omogeneità di composizione chimico-mineralogica delle sabbie stesse. Possono poi interessare sia la lieve oscillazione del contenuto in magnesio fra le sabbie delle due località [1]) come pure l'apparente leggera alterazione in superficie ed il lieve arricchimento in sesquiossidi nell'orizzonte intermedio del profilo. Molto si potrebbe dire in riguardo, ma non credo sia il caso di fare delle deduzioni affrettate in base a questi soli risultati.

La diversa configurazione pedologica fra cordoni dunosi antichi e recenti di uno stesso sistema fluviale a cui si è accennato nelle precedenti pagine, non è unica sulle spiagge d'Italia.

Già nel 1930 il prof. G. de ANGELIS D'OSSAT segnalava la presenza del così detto *Alios* sulle dune più antiche situate nella zona interna del litorale romano, specialmente sulla sinistra del delta tiberino e ne illustrava le caratteristiche più immediate [2]). Egli volle in seguito che su questa formazione, di grande interesse teorico e pratico, si eseguissero ulteriori ricerche e a tale scopo, molto gentilmente, mi inviava un campione per studiarne le caratteristiche chimiche e pedologiche. I risultati della ricerca vennero pubblicati nel 1933 negli stessi Atti della Pontificia Accademia delle Scienze Nuovi Lincei [3]).

Se ora si confronta lo schizzo della sezione geologica della Tenuta di Castel Fusano riportata dal prof. de ANGELIS nella Nota del 19 gennaio 1930 a pag. 99 dei citati Atti, come pure quella molto simile inserita a pag. 141 di un altro studio sulle spiagge del Tevere pubblicato nel Bollettino della Soc. Internazionale per la Scienza del Suolo [4]) si nota una grande analogia con quella che si potrebbe tracciare per la zona di Belvedere - Grado.

Si può dunque dire che il presente studio sulle dune di Belvedere integra quello delle dune del delta tiberino nel senso che segue uno

(1) Da saggi preliminari eseguiti dallo scrivente il contenuto in magnesio presenta sensibili variazioni con le diverse ubicazioni. E' logico, del resto, che coll'avvicinarsi alle spiagge del Tagliamento il contenuto in magnesio delle sabbie litoranee debba aumentare. Su questo problema spero di dare in seguito più precisi ragguagli.

(2) G. de ANGELIS d'OSSAT. — *Sulla presenza dell'Alios nella zona litoranea romana.* Atti della Pontificia Accademia delle Scienze Nuovi Lincei. — Anno LXXXIII — Roma 1930.

(3) COMEL A. — *Ricerche sull'Alios della zona litoranea romana.* Ivi. Roma 1933.

(4) G. de ANGELIS d'OSSAT. — *Geo-pedogenesi delle terre sul delta del Tevere.* Soil Reserach — Vol. VI. N. 2. Berlino 1938.

NB. A pag. 164 nel riportare l'analisi dell'*Alios* eseguita dallo scrivente si è incorsi in una involontaria inesattezza. Leggi pertanto: CO_2 0.00; H_2O igroscopica 1.57; Perdita a fuoco, detratta l'acqua igroscopica, 2.43.

stesso fenomeno pedogenetico in una regione più settentrionale e *su sabbie quasi essenzialmente calcaree.*

Il *maltone* che ne deriva è una manifestazione pedologica *parallela* (non però identica) a quella dell'*Alios* delle antiche dune tiberine ove la cementazione avviene principalmente ad opera di sesquiossidi ferroalluminici anche in vista della particolare costituzione mineralogica di quelle sabbie composte in prevalenza da quarzo, selce, augite, miche. da granuli ferruginosi e parzialmente manganosi [1]).

(1) Manchiamo tuttavia in un completo studio pedologico sul profilo di questi terreni; di uno studio cioè che illustri sotto tutti gli aspetti l'evoluzione pedogenetica del terreno quale si manifesta nei suoi più tipici orizzonti: A, B, C.

Sabbie cementate (maltone) delle dune di Belvedere

Profilo della duna ferrettizzata
L'asta misura 1 m.

Pineta di Belvedere (Aquileia)

INDICE DEL II VOLUME

COMEL, A. - *Preliminari per uno studio chimico-idrologico sulle acque del Goriziano* . . . . . pag. 3

MULINARI, A. - *La vitamina A* *) . . . . . » 91

COMEL, A. - *Ulteriore contributo alla conoscenza delle caratteristiche chimiche delle « terre rosse » del Carso goriziano* . . . . . » 121

COMEL, A. - *Ricerche pedologiche sulle dune di Belvedere (Aquileia) e di Grado* . . . . . » 133

*) Tesi di laurea discussa a Padova col chiarissimo sig. prof. PITTONI e qui pubblicata a titolo di incoraggiamento.

Il lettore che desiderasse approfondire le sue conoscenze può consultare l'opera di E. PACE sulle Vitamine edita dalla Casa Hoepli nel 1949.

ERRATA — CORRIGE

Pag. 40	r. 6	: grade	grande
Pag. 58	r. 22	: seguente tabella	. Tab. VII.
Pag. 62	r. 3	: delle	dalle
Pag. 75	Tab. XI	: falde freatiche . .	falde artesiane
	Ivi col. I	95.20 . . , . .	95.20 (a 140°C)
Pag. 77	r. 15	; seguente tabella	. Tab. XI.
Pag. 78	r. 2	: falde freatiche . .	falde artesiane
Pag. 82	r. 9	: falde freatiche . .	falde
	r. 31	: falde freatiche . .	acque
Pag. 87	r. 19	: Liah	Liach
		Vituoseg	Vitouseg
Pag. 96	r. ult.	: Gonocarpum . .	Gonocaryum
Pag. 137	tabella	: 00.2	0.02